8055 -M- & -EN-

Manual de programação

Ref.1501
Soft: V01.6x

PRODUTOS DE DUPLA UTILIZAÇÃO.

Os produtos fabricados pela FAGOR AUTOMATION a partir de 1 de abril de 2014, se incluídos na lista de produtos de dupla utilização conforme a regulamentação UE 428/2009, possui o texto MDU na identificação do produto e necessita de licença de exportação de acordo com o destino.

INDICE

CAPÍTULO 15 TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS

CAPÍTULO 16 TRANSFORMAÇÃO ANGULAR DE EIXO INCLINADO.

APÊNDICES

A RESPEITO DO PRODUTO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DOS DIFERENTES MODELOS

	8055i FL EN	8055 FL 8055i FL	8055 Power 8055i Power
Botoeira	8055i FL EN	8055i FL	8055i Power
Armário	-----	8055 FL	8055 Power
USB	Padrão	Padrão	Padrão
Tempo Processo de Bloco	1 ms	3,5 ms	1 ms
Memória RAM	1Mb	1Mb	1 Mb
Software para 7 eixos	-----	-----	Opção
Transformação TCP	-----	-----	Opção
Eixo C (torno)	-----	-----	Opção
Eixo Y (torno)	-----	-----	Opção
Look-ahead	100 blocos	100 blocos	200 blocos
Memória Flash 512Mb / 2Gb	512Mb	Opção	Opção

OPÇÕES DE HARDWARE DO CNC 8055I

	Analógico	Digital	Engraving
Ethernet	Opção	Opção	Opção
Linha serial RS-232	Padrão	Padrão	Padrão
16 entradas e 8 saídas digitais (I1 até I16 e O1 até O8).	Padrão	Padrão	Padrão
Outras 40 entradas e 24 saídas digitais (I65 a I104 y O33 a O56)	Opção	Opção	Opção
Entradas de apalpador	Padrão	Padrão	Padrão
Cabezal (entrada de contagem e saída analógica)	Padrão	Padrão	Padrão
Volantes eletrónicos	Padrão	Padrão	Padrão
4 eixos (captação e instrução)	Opção	Opção	- - -
Módulos remotos CAN, para a ampliação das entradas e saídas digitais (RIO)	Opção	Opção	- - -
Sistema de regulação Sercos, para conexão com os reguladores Fagor	- - -	Opção	- - -
Sistema de regulação CAN, para conexão com os reguladores Fagor	- - -	Opção	- - -

Antes de a colocação em funcionamento, verificar que a máquina onde se incorpora o CNC cumpre a especificação da directiva 89/392/CEE.

OPÇÕES DE SOFTWARE DO CNC 8055 E CNC 8055I

	Modelo							
	GP	M	MC	MCO	EN	T	TC	TCO
Número de eixos com software padrão	4	4	4	4	3	2	2	2
Número de eixos com software opcional	7	7	7	7	-----	4 ou 7.	4 ou 7.	4 ou 7.
Rosqueamento eletrónico	-----	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.
Gestão de magazine de ferramentas	-----	Están.	Están.	Están.	-----	Están.	Están.	Están.
Ciclos fixos de usinagem	-----	Están.	Están.	-----	Están.	Están.	Están.	-----
Usinagem multíplice	-----	Están.	Están.	-----	Están.	-----	-----	-----
Gráficos sólidos	-----	Están.	Están.	Están.	-----	Están.	Están.	Están.
Rosca rígida	-----	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.
Controle de vida das ferramentas	-----	Opt.	Opt.	Opt.	Están.	Opt.	Opt.	Opt.
Ciclos fixos de apalpador	-----	Opt.	Opt.	Opt.	Están.	Opt.	Opt.	Opt.
DNC	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.
Versão COCOM	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	-----	Opt.	Opt.	Opt.
Editor de perfis	Están.	Están.	Están.	Están.	-----	Están.	Están.	Están.
Compensação de raio	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.
Controle tangencial	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	-----	Opt.	Opt.	Opt.
Função Retracing	-----	Opt.	Opt.	Opt.	Están.	Opt.	Opt.	Opt.
Ajudas à colocação em funcionamento	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.	Están.
Bolsões irregulares com Ilhas	-----	Están.	Están.	Están.	-----	-----	-----	-----
Transformação TCP	-----	Opt.	Opt.	Opt.	-----	-----	-----	-----
Eixo C (no torno)	-----	-----	-----	-----	-----	Opt.	Opt.	Opt.
Eixo Y (no torno)	-----	-----	-----	-----	-----	Opt.	Opt.	Opt.
Telediagnose	Opt.	Opt.	Opt.	Opt.	Están.	Opt.	Opt.	Opt.

DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE

O fabricante:

Fagor Automation, S. Coop.

Barrio de San Andrés Nº 19, C.P. 20500, Mondragón -Guipúzcoa- (SPAIN).

Declara:

Declaramos sob nossa exclusiva responsabilidade a conformidade do produto:

COMANDO NUMÉRICO 8055 / 8055i

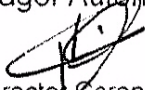
Composto pelos seguintes módulos e acessórios:

MONITOR-8055, MONITOR-55-11-USB
OP-8055
KS 50/55, KB-40/55-ALFA, DVD AMPLI 8055
PSB-8055
CPU-KEY CF 8055 FL LARGE, CPU-KEY CF 8055 Power LARGE
AXES 8055 VPP
I/O 8055, COVER 8055, SERCOS 8055
Remote modules RIO
CNC 8055i FL, CNC 8055i Power
ANALOG 8055i-B, 40I/24O-8055i-B, ANALOG+40I/24O-B, COVER ANA+I/O-8055i-B
ETHERNET-CAN-SERCOS, ETHERNET-CAN-CAN AXES, ETHERNET-CAN AXES

Nota. Alguns caracteres adicionais podem aparecer a seguir às referências dos modelos indicados acima. Todos eles cumprem com as Diretivas da lista. Embora, o cumprimento pode verificar-se na etiqueta do próprio equipamento.

Ao que se refere esta declaração, com as seguintes normas.

Normas de baixa tensão.

EN 60204-1: 2006 Equipes elétricas em máquinas — Parte 1. Requisitos gerais.

Normas de compatibilidade eletromagnética.

EN 61131-2: 2007 Autômatos programáveis — Parte 2. Requisitos e ensaios de equipes.

De acordo com as disposições das Diretivas Comunitárias 2006/95/EC de Baixa Tensão e 2004/108/EC de Compatibilidade Eletromagnética e suas atualizações.

Em Mondragón a 27 de Julho de 2010.

Fagor Automation, S. Coop.

Director Gerente
Pedro Ruiz de Aguirre

HISTÓRICO DE VERSÕES

A seguir se mostra a lista de funções acrescentadas em cada versão de software e os manuais nos quais aparece descrita cada uma delas.

No histórico de versões foram empregado as seguintes indicações:

INST	Manual de instalação
PRG	Manual de programação
OPT	Manual de Operação
OPT-MC	Manual de operação da opção MC
OPT-TC	Manual de operação da opção TC
OPT-CO	Manual do modelo CO

Software V01.00 **Outubro 2010**

Primeira versão.

Software V01.20 **Abril 2011**

Lista de funções	Manual
Comunicação aberta.	INST
Melhorias nas usinagens com Look ahead.	INST
Blocos com interpolação helicoidal em G51.	PRG
G84. Rosqueamento com macho com desalojamento.	PRG

Software V01.08 **Agosto 2011**

Lista de funções	Manual
P.m.c. OPLDECTI (P86).	INST

Software V01.30 **Setembro 2011**

Lista de funções	Manual
Gestão de reduções em spindles Sercos.	INST
Melhorias no gerenciamento da limitação de velocidades (FLIMIT).	INST
Novos tipos de penetração nos ciclos de rosqueamento de torno.	PRG
Melhorias no repasse de roscas de torno. Repasse parcial	PRG
Opção MC: Rosqueamento rígido com desalojamento.	OPT-MC
Opção TC: Novos tipos de penetração nos ciclos de rosqueamento.	OPT-TC
Opção TC: Melhoras no repasse de roscas. Repasse parcial e de entradas múltiplas.	OPT-TC
Opção TC: Entrada ao ranhurado em ziguezague pelo ponto inicial da ranhura.	OPT-TC

Software V01.31 **Outubro 2011**

Lista de funções	Manual
Modelo CNC 8055 FL Engraving.	INST / OPT/ PRG

Software V01.40 **Janeiro 2012**

Lista de funções	Manual
Execução de M3, M4 e M5 através de marcas de PLC.	INST / PRG
Os valores 12 e 43 da variável OPMODE no modo de trabalho conversacional.	INST / PRG

Software V01.60 **Dezembro 2013**

Lista de funções	Manual
Autoajuste do parâmetro máquina de eixo DERGAIN	INST
Novo valor do parâmetro de máquina dos eixos ACFGAIN (P46)	INST
Valor 120 da variável OPMODE.	INST / PRG

Software V01.65 **Janeiro 2015**

Lista de funções	Manual
Tempo de processamento de bloco de 1ms no Modelo CNC 8055i FL Engraving	INST / OPT/ PRG

CONDIÇÕES DE SEGURANÇA

Leia as seguintes medidas de segurança com o objetivo de evitar lesões a pessoas e prever danos a este equipamento bem como aos equipamentos ligados ao mesmo.

O aparelho somente poderá ser reparado por pessoal autorizado de Fagor Automation.

Fagor Automation não se responsabiliza por qualquer dano físico ou material que seja ocasionado pelo não cumprimento destas normas básicas de segurança.

PRECAUÇÕES CONTRA DANOS A PESSOAS

- Ligação de módulos.

  Utilizar os cabos de união proporcionados com o aparelho.
- Utilizar cabos de rede apropriados

  Para evitar riscos, utilizar somente cabos de rede recomendados para este aparelho.
- Evitar sobrecargas elétricas.

  Para evitar descargas elétricas e riscos de incêndio não aplicar tensão elétrica fora da faixa selecionada na parte posterior da unidade central do aparelho.
- Conexões à terra

  Com o objetivo de evitar descargas elétricas conectar os terminais de terra de todos os módulos ao ponto central de terras. Também, antes de efetuar as ligações das entradas e saídas deste produto assegurar-se que foi efetuada a conexão à terra.
- Antes de ligar o aparelho assegure-se que foi feita a conexão à terra.

  Para evitar choques elétricos assegurar-se que foi feita a ligação dos terras.
- Não trabalhar em ambientes úmidos.

  Para evitar descargas elétricas trabalhar sempre em ambientes com umidade relativa inferior ao 90% sem condensação a 45 ºC.
- Não trabalhar em ambientes explosivos.

  Com o objetivo de evitar possíveis perigos , lesões ou danos, não trabalhar em ambientes explosivos.

PRECAUÇÕES CONTRA DANOS AO PRODUTO

- Ambiente de trabalho.

  Este aparelho está preparado para ser utilizado em Ambientes Industriais obedecendo às diretrizes e normas em vigor na União Européia.

  Fagor Automation não se responsabiliza pelos danos que possam sofrer ou provocar quando se monta em outro tipo de condições (ambientes residenciais ou domésticos).

- Instalar o aparelho no lugar apropriado.

  Se recomenda que, sempre que seja possível, que a instalação do controle numérico se realize afastada dos líquidos refrigerantes, produtos químicos, golpes, etc. que possam danificá-lo.

  O aparelho cumpre as diretrizes européias de compatibilidade eletromagnética. Entretanto, é aconselhável mantê-lo afastado de fontes de perturbação eletromagnética, como:

  - Cargas potentes ligadas à mesma rede que o equipamento.
  - Transmissores portáteis próximos (Radiotelefones, emissoras de rádio amadores).
  - Proximidade de Transmissores de rádio/TV.
  - Proximidade de Máquinas de solda por arco.
  - Proximidade de Linhas de alta tensão.
  - Etc.

- Envolventes.

  O fabricante é responsável de garantir que o gabinete em que se montou o equipamento, cumpra todas as diretrizes de uso na Comunidade Econômica Européia.

- Evitar interferencias provenientes da máquina-ferramenta.

  A máquina-ferramenta deve ter desacoplados todos os elementos que geram interferências (bobinas dos relés, contatores, motores, etc.).

  - Bobinas dos relés de corrente contínua. Diodo tipo 1N4000.
  - Bobinas dos relés de corrente alterna. RC conectada o mais próximo possível às bobinas, com uns valores aproximados de R=220 Ω / 1 W e C=0,2 μF / 600 V.
  - Motores de corrente alterna. RC conectadas entre fases, com valores R=300 Ω / 6 W e C=0,47 μF / 600 V

- Utilizar a fonte de alimentação apropriada.

  Utilizar, para a alimentação das entradas e saídas, uma fonte de alimentação exterior estabilizada de 24 V DC.

- Conexões à terra da fonte de alimentação.

  O ponto de zero volts da fonte de alimentação externa deverá ser ligado ao ponto principal de terra da máquina.

- Conexões das entradas e saídas analógicas.

  Se recomenda realizar a ligação mediante cabos blindados, conectando todas as malhas ao terminal correspondente.

- Condições do meio ambiente.

  A temperatura ambiente que deve existir em regime de funcionamento deve estar compreendida entre +5 ºC e +40 ºC, com uma media inferior a +35 ºC.

  A temperatura ambiente que deve existir em regime de funcionamento deve estar compreendida entre -25 ºC e +70 ºC.

- Habitáculo do monitor (CNC 8055) ou unidade central (CNC 8055i).

  Garantir entre o monitor ou unidade central e cada uma das paredes do habitáculo as distâncias requeridas. Utilizar um ventilador de corrente contínua para melhorar a arejamento do habitáculo.

- Dispositivo de secionamento da alimentação.

  O dispositivo de secionamento da alimentação tem que estar situado em lugar facilmente acessível e a uma distância do chão compreendida entre 0,7 m e 1,7 m.

PROTEÇÕES DO PRÓPRIO APARELHO (8055)

- Módulos "Eixos" e "Entradas-Saídas".

  Todas as entradas-saídas digitais possuem isolamento galvânico mediante optoacopladores entre os circuitos do CNC e o exterior.

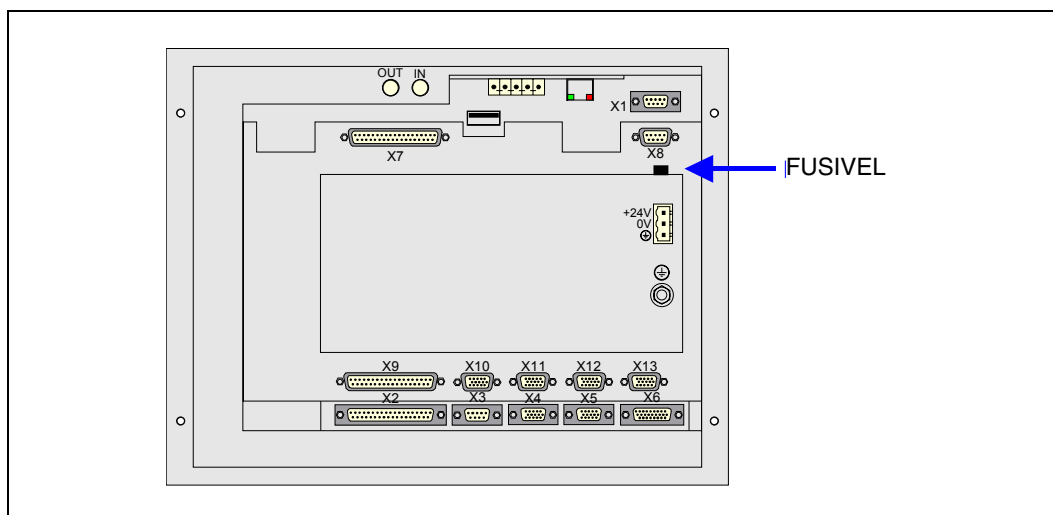
  Estão protegidas mediante 1 fusível exterior rápido (F) de 3,15 A 250 V perante sobretensão da fonte exterior (maior do que 33 V DC) e perante conexão inversa da fonte de alimentação.

- Monitor.

  O tipo de fusível de proteção depende do tipo de monitor. Consultar a etiqueta de identificação do próprio aparelho.

PROTEÇÕES DO PRÓPRIO APARELHO (8055)

- Unidade Central.

  Leva 1 fusível exterior rápido (F) de 4 A 250 V.

- Entradas-Saídas.

  Todas as entradas-saídas digitais possuem isolamento galvânico mediante optoacopladores entre os circuitos do CNC e o exterior.

PRECAUÇÕES DURANTE AS REPARAÇÕES

Não manipular o interior do aparelho. Somente técnicos autorizados por Fagor Automation podem manipular o interior do aparelho.

Não manipular os conectores com o aparelho conectado à rede elétrica. Antes de manipular os conectores (entradas/saídas, medição, etc.) assegurar-se que o aparelho não se encontra conectado à rede elétrica.

SÍMBOLOS DE SEGURANÇA

- Símbolos que podem aparecer no manual

Símbolo de perigo ou proibição.
Indica ações ou operações que podem provocar danos a pessoas ou aparelhos.

Símbolo de advertência ou precaução.
Indica situações que podem causar certas operações e as ações que se devem levar a efeito para evitá-las.

Símbolos de obrigação.
Indica ações e operações que se tem que realizar obrigatoriamente.

Símbolos de informação.
Indica notas, avisos e conselhos.

CONDIÇÕES DE GARANTIA

GARANTIA INICIAL

Todo o produto fabricado ou comercializado por FAGOR tem uma garantia de 12 meses para o usuário final, que poderão ser controlados pela rede de serviço mediante o sistema de controle de garantia estabelecido por FAGOR para esta finalidade.

Para que o tempo que transcorre entre a saída de um produto desde os nossos armazéns até à chegada ao usuário final não intervenha contra estes 12 meses de garantia, FAGOR estabeleceu um sistema de controle de garantia baseado na comunicação por parte do fabricante ou intermediário a FAGOR do destino, a identificação e a data de instalação na máquina, no documento que acompanha cada produto no envelope de garantia. Este sistema nos permite, além de garantir o ano de garantia ao usuário, manter informados os centros de serviço da rede sobre os equipamentos FAGOR que entram na área de responsabilidade procedentes de outros países.

A data de inicio da garantia será a que figura como data de instalação no citado documento, FAGOR dá um prazo de 12 meses ao fabricante ou intermediário para a instalação e para a venda do produto, de maneira que a data de inicio da garantia pode ser até um ano posterior à da saída do produto dos nossos armazéns, sempre e quando nos tenha sido remetido a folha de controle da garantia. Isto, significa na prática a extensão da garantia a dois anos desde a saída do produto dos armazéns de Fagor. No caso de que não se tenha enviado a citada folha, o período de garantia finalizará em 15 meses desde a saída do produto dos nossos armazéns.

A referida garantia cobre todas as despesas de materiais e mão-de-obra de reparação, nas dependências da FAGOR, utilizadas para reparar anomalias de funcionamento nos equipamentos. FAGOR se compromete a reparar ou substituir os seus produtos, no período compreendido desde o início de fabricação até 8 anos, a partir da data de desaparição do produto de catálogo.

Compete exclusivamente a FAGOR determinar se a reparação está dentro dos limites definidos como garantia.

CLÁUSULAS DE EXCLUSÃO

A reparação realizar-se-á em nossas dependências, portanto ficam fora da referida garantia todos os gastos ocasionados no deslocamento de seu pessoal técnico para realizar a reparação de um equipamento, mesmo estando este dentro do período de garantia, antes mencionado.

A referida garantia aplicar-se-á sempre que os equipamentos tenham sido instalados conforme as instruções, não tenham sido maltratados, nem tenham sofrido danos por acidentes ou negligência e não tenham sido manipulados por pessoal não autorizado por FAGOR. Se depois de realizada a assistência ou reparação, a causa da avaria não é imputável aos referidos elementos, o cliente está obrigado a cobrir todas as despesas ocasionadas, atendo-se às tarifas vigentes.

Não estão cobertas outras garantias implícitas ou explícitas e FAGOR AUTOMATION não é responsável sob nenhuma circunstância de outros danos ou prejuízos que possam ocasionar.

GARANTIA DE REPARAÇÕES

Analogamente à garantia inicial, FAGOR oferece uma garantia sobre as reparações padrão nos seguintes termos:

PERÍODO	12 meses.
CONCEITO	Cobre peças e mão-de-obra sobre os elementos reparados (ou substituídos) nos locais da rede própria.
CLÁUSULAS DE EXCLUSÃO	As mesmas que se aplicam sobre o capítulo de garantia inicial. Se a reparação se efetua no período de garantia, não tem efeito a ampliação de Garantia

Nos casos em que a reparação tenha sido com cotação baixa, isto é, se tenha atuado somente sobre a parte avariada, a garantia será sobre as peças substituídas e terá um período de duração de 12 meses.

As peças sobressalentes fornecidas soltas têm uma garantia de 12 meses.

CONTRATOS DE MANUTENÇÃO

A disposição do distribuidor ou do fabricante que compre e instale os nossos sistemas CNC, existe o CONTRATO DE SERVIÇO.

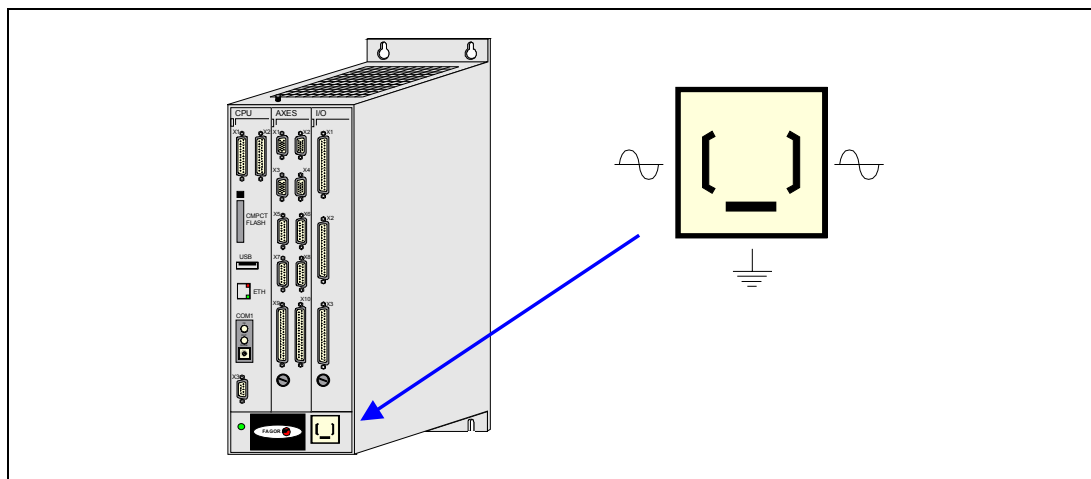
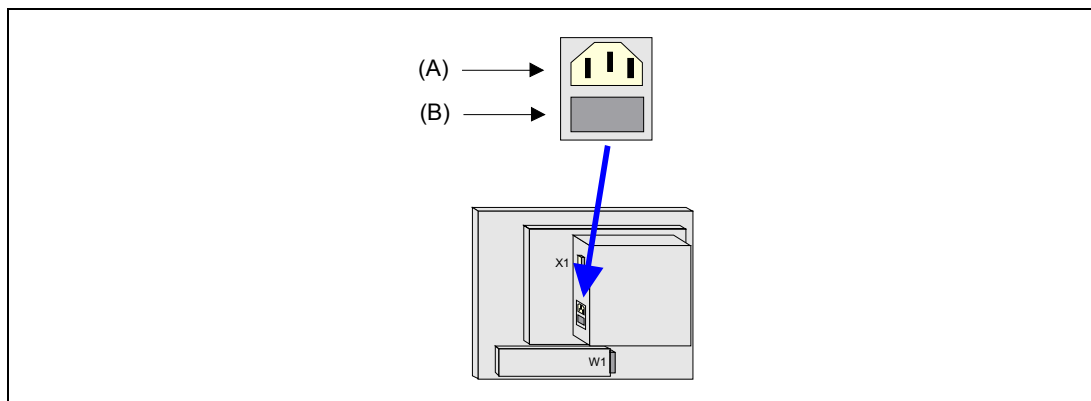
CONDIÇÕES PARA RETORNO DE MATERIAIS

Se vai enviar a unidade central ou os módulos remotos, faça a embalagem com o mesmo papelão e o material utilizado na embalagem original. Se não está disponível, seguindo as seguintes instruções:

1. Consiga uma caixa de papelão cujas 3 dimensões internas sejam pelo menos 15 cm (6 polegadas) maiores que o aparelho. O papelão empregado para a caixa deve ser de uma resistência de 170 Kg. (375 libras).
2. Inclua uma etiqueta no aparelho indicando o dono do aparelho, o endereço, o nome da pessoa a contatar, o tipo do aparelho e o número de série.
3. Em caso de avaria indique também, o sintoma e uma rápida descrição da mesma.
4. Envolva o aparelho com um rolo de polietileno ou sistema similar para protegê-lo.
5. Se vai enviar a unidade central, proteja especialmente a tela.
6. Acolchoe o aparelho na caixa de papelão enchendo- a com espuma de poliuretano por todos os lados.
7. Feche a caixa de papelão com fita de embalagem ou grampos industriais.

NOTAS COMPLEMENTARES

Situar o CNC afastado de líquidos refrigerantes, produtos químicos, golpes, etc. que possam danificá-lo. Antes de ligar o aparelho verificar se as conexões de terra foram corretamente realizadas.

Para prevenir riscos de choque elétrico na unidade central do CNC 8055 utilizar o conector de rede apropriado no módulo fonte de alimentação. Usar cabos de potência de 3 condutores (um deles de terra).

Para prevenir riscos de choque elétrico no monitor do CNC 8055 utilizar o conector de rede apropriado (A) com cabos de potência de 3 condutores (um deles de terra).

Antes de ligar o monitor do CNC 8055 verificar se o fusível externo de linha (B) é o apropriado. Consultar a etiqueta de identificação do próprio aparelho.

Em caso de mau funcionamento ou falha do aparelho, desligá-lo e chamar o serviço de assistência técnica. Não manipular o interior do aparelho.

DOCUMENTAÇÃO FAGOR

Manual OEM

Dirigido ao fabricante da máquina ou pessoa encarregada de efetuar a instalação e colocação em funcionamento do controle numérico.

Manual USER-M

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo M.

Manual USER-T

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo T.

Modelo MC

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo MC.

Contém um manual de auto-aprendizagem.

Manual TC

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar no modo TC.

Contém um manual de auto-aprendizagem.

Manual MCO/TCO

Dirigido ao usuário final.

Indica a forma de operar e programar nos modos MCO e TCO.

Manual Exemplos-M

Dirigido ao usuário final.

Contém exemplos de programação do modo M.

Manual Exemplos-T

Dirigido ao usuário final.

Contém exemplos de programação do modo T.

Manual WINDNC

Dirigido às pessoas que vão utilizar a opção de software de comunicação DNC.

Se entrega em suporte informático junto com a aplicação.

Manual WINDRAW55

Dirigido às pessoas que vão utilizar o programa WINDRAW55 para elaborar telas.

Se entrega em suporte informático junto com a aplicação.

GENERALIDADES

1

O CNC pode se programar tanto ao pé da máquina (desde o painel frontal) como desde um periférico exterior (computador). A capacidade de memória disponível pelo usuário para a realização dos programas de usinagem é de 1 Mbyte.

Os programas de usinagem e os valores das tabelas que possui o CNC podem ser introduzidos desde o painel frontal, desde um computador (DNC) ou desde um periférico.

Introdução de programas e tabelas desde o painel frontal.

Depois de selecionado o modo de edição ou a tabela desejada, o CNC permitirá realizar a introdução de dados desde o teclado.

Introdução de programas e tabelas desde um computador (DNC) ou Periférico.

O CNC permite realizar o intercâmbio de informação com um computador ou periférico, utilizando para isso a linha serial RS232C.

Se o controle da referida comunicação se realiza desde o CNC, é necessário selecionar previamente a tabela correspondente ou o diretório de programas de usinagem (utilidades), com o qual se deseja realizar a comunicação.

Dependendo do tipo de comunicação desejado, se deverá personalizar o parâmetro de máquina das linhas serial "PROTOCOL".

"PROTOCOL" = 0 Se a comunicação se realiza com um periférico.

"PROTOCOL" = 1 Se a comunicação se realiza via DNC.

1.1 Programas de usinagem

Os diferentes modos de operação se encontram descritos no manual de operação. Para obter mais informação, consulte o referido manual.

Edição dum programa de usinagem

Para criar um programa de usinagem tem que acessar ao modo de operação –Editar–.

O novo programa de usinagem editado se armazena na memória RAM do CNC. É possível guardar uma cópia dos programas peça no disco rígido (KeyCF), num PC conectado através da linha série, ou no disco USB.

Para transmitir um programa a um PC conectado através da linha serial, o processo é o seguinte:

1. Executar no PC a aplicação "*WinDNC.exe*".
2. Ativar a comunicação DNC no CNC.
3. Seleção do diretório de trabalho no CNC. A seleção se realiza desde o modo de operação –Utilidades–, opção Diretório \L. Série \Mudar o diretório.

O modo de operação –Editar– também permite modificar os programas de usinagem que há na memória RAM do CNC. Se se deseja modificar um programa armazenado no disco duro (KeyCF), num PC ou no disco USB deve copiá-lo previamente à memória RAM.

Execução e simulação dum programa de usinagem

Se podem executar ou simular programas de usinagem armazenados em qualquer sitio. A simulação se realiza desde o modo de operação –Simular– enquanto que a execução se realiza desde o modo de operação –Automático–.

Na hora de executar ou simular um programa de usinagem deve-se levar em consideração os seguintes pontos:

- Somente se podem executar sub-rotinas existentes na memória RAM do CNC. Por isso, se se deseja executar uma sub-rotina armazenada no disco duro (KeyCF), num PC ou no disco USB, deverá ser copiada à memória RAM do CNC.
- As instruções GOTO e RPT não podem ser utilizadas em programas que se executam desde um PC conectado, através da linha serial.
- Desde um programa de usinagem em execução se pode executar, mediante a instrução EXEC, qualquer outro programa de usinagem situado na memória RAM, no disco duro (KeyCF) ou num PC.

Os programas de personalização do usuário devem estar na memória RAM para que o CNC os execute.

Modo de operação –Utilidades–

O modo de operação –Utilidades– permite, além de ver o diretório de programas de usinagem de todos os dispositivos, efetuar cópias, apagar, dar novo nome e incluso fixar as proteções de qualquer um deles.

Operações que se podem efetuar com programas de usinagem.

	Memória RAM	Disco duro	DNC
Consultar o diretório de programas de ...	Sim	Sim	Sim
Consultar o diretório de sub-rotinas de ...	Sim	Não	Não
Criar diretório de trabalho de ...	Não	Não	Não
Mudar diretório de trabalho de ...	Não	Não	Sim
Editar um programa de ...	Sim	Sim	Não
Modificar um programa de ...	Sim	Sim	Não
Apagar um programa de ...	Sim	Sim	Sim
Copiar de/a memória RAM a/de ...	Sim	Sim	Sim
Copiar de/a HD a/de ...	Sim	Sim	Sim
Copiar de/a DNC a/de ...	Sim	Sim	Sim
Mudar o nome a um programa de ...	Sim	Sim	Não
Mudar o comentário a um programa de ...	Sim	Sim	Não
Mudar o comentário a um programa de ...	Sim	Sim	Não
Executar um programa de usinagem de ...	Sim	Sim	Sim
Executar um programa de usuário de ...	Sim	Sim	Não
Executar um programa de PLC de ...	Sim	Não	Não
Executar programas com instruções GOTO ou RPT desde ...	Sim	Sim	Não
Executar sub-rotinas existentes em ...	Sim	Não	Não
Executar programas, com a instrução EXEC, em RAM desde...	Sim	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução EXEC, em HD desde...	Sim	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução EXEC, em DNC desde...	Sim	Sim	Não
Executar programas, com a instrução OPEN, em RAM desde...	Sim	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução OPEN, em HD desde...	Sim	Sim	Sim
Executar programas, com a instrução OPEN, em DNC desde...	Sim	Sim	Não
Através de Ethernet:			
Consultar desde um PC o diretório de programas de ...	Não	Sim	Não
Consultar desde um PC o diretório de sub-rotinas de ...	Não	Não	Não
Consultar desde um PC um diretório em ...	Não	Não	Não

(*) Se não está na memória RAM, gera código executável em RAM e o executa.

Ethernet

Quando se possui a opção Ethernet e o CNC está configurado como um nó a mais dentro da rede informática, é possível efetuar as seguintes operações desde qualquer PC da rede.

- Acessar ao diretório de programas de usinagem do Disco Duro (KeyCF).
- Editar, modificar, apagar, dar novo nome, etc. os programas armazenados no disco duro.
- Copiar programas do disco duro ao PC ou vice-versa.

Para configurar o CNC como um nó a mais dentro da rede informática, consultar o manual de instalação.

1.1.1 Considerações à conexão Ethernet

Quando se configura o CNC como um nó a mais, dentro da rede informática é possível desde qualquer PC da rede editar e modificar os programas armazenados no disco duro (KeyCF).

Instruções para configurar um PC para acessar a diretórios do CNC

Para configurar o PC para acessar aos diretórios do CNC, se recomenda seguir os seguintes passos.

1. Abrir "Explorador de Windows".
2. No menu "Ferramentas" selecionar a opção "Conectar à unidade de rede".
3. Selecionar a unidade, por exemplo «D».
4. Indicar a rota de acesso. A rota de acesso será o nome do CNC seguido do nome do diretório compartido.

   Por exemplo: \\FAGORCNC\CNCHD
5. Quando se seleciona a opção "Ligar novamente ao iniciar a sessão" aparecerá o CNC selecionado em cada ligação como uma rota mais no "Explorador de Windows", sem a necessidade de defini-lo novamente.

Formato dos arquivos

Esta conexão se efetua através de Ethernet e portanto, o CNC não efetua nenhum controle sobre a sintaxes dos programas durante a sua recepção ou modificação. Não obstante, sempre que se acessa desde o CNC ao diretório de programas do disco duro (KeyCF) se efetuam as seguintes verificações.

Nome do arquivo.

O número de programa deve ter sempre 6 dígitos e a extensão PIM (fresadora) ou PIT (torno).

Exemplos: 001204.PIM 000100.PIM 123456.PIT 020150.PIT

Se ao arquivo foi atribuído um nome errôneo, por exemplo 1204.PIM ou 100.PIT, o CNC não o modifica mas mostra-o com o comentário "****************". O nome do arquivo não poderá ser modificado a partir do CNC; tem que ser editado do PC para corrigir o erro.

Tamanho do arquivo.

Se o arquivo está vazio (tamanho=0) o CNC mostra-o com o comentário"********************".

O arquivo poderá ser apagado ou modificado desde o CNC ou desde o PC.

Primeira linha do programa.

A primeira linha do programa deve conter o caracter %, o comentário associado ao arquivo (até 20 caracteres) e entre 2 vírgulas (,) os atributos do programa, a saber O (OEM), H (oculto), M (modificável), X (executável).

Exemplos: %Comentário ,MX,

% ,OMX,

Se a primeira linha não existe, o CNC mostra o programa com um comentário vazio e com as licenças modificáveis (M) e executáveis (X).

Quando o formato da primeira linha é incorreto, o CNC não o modifica e sim o mostra com o comentário "****************". O arquivo poderá ser apagado ou modificado desde o CNC ou desde o PC.

O formato é incorreto quando o comentário tem mais de 20 caracteres, falta alguma vírgula (,) para agrupar os atributos ou existe um caráter estranho em atributos.

1.2 Conexão DNC

O CNC possui, como função, a possibilidade de trabalhar com DNC (Controle Numérico Distribuído), permitindo a comunicação entre o CNC e um computador, para realizar as seguintes funções.

- Ordens de diretório e apagado.
- Transferência de programas e tabelas entre o CNC e um computador.
- Controle remoto da máquina.
- Capacidade de supervisão do estado de sistemas avançados de DNC.

1.3 Protocolo de comunicação via DNC ou periférico

Esta comunicação permite que as ordens de transferência de programas e tabelas, assim como o controle dos diretórios tanto do CNC como do computador (para copiado de programas, apagado de programas, etc.), possa realizar-se indistintamente desde o CNC ou desde o computador.

Quando se deseja realizar uma transferência de arquivos é necessário seguir o seguinte protocolo:

- Se empregará como começo de arquivo o símbolo "%", seguido opcionalmente do comentário de programa, que poderá ter até 20 caracteres.

  Em seguida e separado por uma vírgula ",", indicar-se-ão as proteções que estão atribuídas no referido arquivo, leitura, escritura, etc. Estas proteções serão opcionais, não sendo obrigatória a sua programação.

  Para finalizar o cabeçalho do arquivo, se deverá enviar separado por uma vírgula "," do anterior, o caracter RT (RETURN) ou LF (LINE FEED).

  Exemplo: %Fagor Automation, MX, RT

- Depois do cabeçalho, se programarão os blocos do arquivo. Todos eles se encontrarão programados conforme as normas de programação que se indicam neste manual. Depois de cada bloco e para separá-lo do seguinte, se utilizará o caractere RT (RETURN) ou LF (LINE FEED).

  Exemplo: N20 G90 G01 X100 Y200 F2000 LF
  (RPT N10, N20) N3 LF

Se a comunicação se realiza com um periférico, será necessário enviar o comando de final de arquivo. O referido comando se selecionará mediante o parâmetro de máquina da linha serial "EOFCHR", podendo ser um dos caracteres seguintes.

ESC	ESCAPE
EOT	END OF TRANSMISSION
SUB	SUBSTITUTE
EXT	END OF TRANSMISSION

CONSTRUÇÃO DE UM PROGRAMA

2

Um programa de controle numérico é constituído por um conjunto de blocos ou instruções. Estes blocos ou instruções estão formados por palavras compostas de letras maiúsculas e formato numérico.

O formato numérico que possui o CNC consta do seguinte.

- Os sinais. (ponto), + (mais), - (menos).
- As cifras 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

A programação admite espaços entre letras, números e sinal, assim como prescindir do formato numérico se tivera valor zero ou do sinal se fora positivo.

O formato numérico de uma palavra pode ser substituído por um parâmetro aritmético na programação. Mais tarde, durante a execução básica, o controle substituirá o parâmetro aritmético pelo seu valor. Por exemplo, quando se programou XP3, o CNC substituirá durante a execução P3 pelo seu valor numérico, obtendo resultados como X20, X20.567, X-0.003, etc

2.1 Estrutura de um programa no CNC

Todos os blocos que compõem o programa terão a seguinte estrutura:

Cabeçalho de bloco + bloco de programa + final de bloco

2.1.1 Cabeçalho de bloco

O cabeçalho de um bloco, que é opcional, poderá estar formada por uma ou várias condições de salto de bloco e pela etiqueta ou número de bloco. Ambas devem ser programadas nesta ordem.

Condição de salto de bloco. "/", "/1", "/2", "/3".

Estas três condições de salto de bloco, considerando que "/" e "/1" são equivalentes, serão governadas pelas marcas BLKSKIP1, BLKSKIP2 e BLKSKIP3 do PLC. Se alguma destas marcas se encontra ativa, o CNC não executará o bloco ou blocos nos que há sido programada, continuando a execução no bloco seguinte.

Se pode programar até 3 condições de salto num só bloco, que se valorarão uma a uma, respeitando-se a ordem na que foram programadas.

O controle vai lendo 200 blocos por diante do que se está executando, para poder calcular com antecipação a trajetória a percorrer. A condição de salto de bloco se analisará no momento em que se lê o bloco, isto é, 200 blocos antes da sua execução.

Quando se deseja que a condição de salto de bloco se analise no momento da execução, é necessário interromper a preparação de blocos, programando para isso a função G4 no bloco anterior.

Etiqueta ou número de bloco N(0-99999999).

Serve para identificar o bloco, utilizando-se somente quando se realizam referências ou saltos a bloco. Se representarão com a letra "N" seguida de até 8 cifras (0-99999999).

Não é necessário seguir nenhuma ordem e se permitem números salteados. Se num mesmo programa existem dois ou mais blocos com o mesmo número de etiqueta, o CNC tomará sempre a primeira delas.

Mesmo que não é necessária a sua programação, o CNC permite mediante uma softkey a programação automática de etiquetas, podendo o programador seleccionar o número inicial e o passo entre elas.

Restrições:

- Visualização do número de bloco ativo na janela superior da tela:
  - Ao executar um programa no modo ISO, quando o número de etiqueta é maior de 9999 se visualizará N**** .
  - Na tela "VISUALIZAR / SUBROTINAS" quando se visualiza um RPT que tenha alguma etiqueta maior do que 9999 se visualizará com ****.
- A edição dos ciclos fixos de bolsões com ilhas (G66, G67 y G68), só admite etiquetas de 4 dígitos.

2.1.2 Bloco de programa

Estará escrito com comandos em linguagem ISO ou com comandos em linguagem de alto nível. Para a elaboração de um programa se utilizarão blocos escritos numa ou outra linguagem, devendo estar cada bloco redigido com comandos de uma única linguagem.

Linguagem ISO.

Está desenhado, especialmente, para controlar o movimento dos eixos, já que proporciona informação e condições de deslocamento e indicações sobre o avanço. Possui os seguintes tipos de funções.

- Funções preparatórias de movimentos, que servem para determinar a geometria e condições de trabalho, como interpolações lineares, circulares, rosqueamentos, etc.
- Funções de controle de avanços dos eixos e de velocidades do spindle.
- Funções de controle de ferramentas.
- Funções complementares, que contêm indicações tecnológicas.

Linguagem alto nivel.

Permite acessar a variáveis de propósito geral, assim como a tabelas e variáveis do sistema.

Proporciona ao usuário um conjunto de instruções de controle que se assemelham à terminologia utilizada por outras linguagens, como IF, GOTO, CALL, etc. Da mesma maneira, permite utilizar qualquer tipo de expressão, aritmética, relacional ou lógica.

Também possui instruções para a construção de voltas, assim como de sub-rotinas com variáveis locais. Se entende por variável local aquela variável que somente é conhecida pela sub-rotina na que foi definida.

Além disso, permite criar livrarias, agrupando sub-rotinas, com funções úteis e já provadas, podendo ser estas acessadas desde qualquer programa.

2.1.3 final de bloco

O final de um bloco, é opcional, e poderá estar formado pelo indicativo de número de repetições do bloco e pelo comentário do bloco. Ambas devem ser programadas nesta ordem.

Número de repetições do bloco. N(0-9999)

Indica o número de vezes que se repetirá a execução do bloco. O número de repetições se representará com a letra "N" seguida de até 4 cifras (0-9999). Quando se programa NÃ0 não se realizará a usinagem ativa, executando-se somente o deslocamento programado no bloco.

Somente se poderão repetir os blocos de deslocamento que no momento da sua execução se encontrem sob a influência de um ciclo fixo ou de uma sub-rotina modal. Nestes casos, o CNC executará o deslocamento programado, assim como a usinagem ativa (ciclo fixo ou sub-rotina modal), e o número de vezes indicado.

Comentário do bloco

O CNC permite associar a todos os blocos qualquer tipo de informação a título de comentário. O comentário se programará ao final do bloco, devendo começar pelo caractere ";" (ponto e vírgula).

Se um bloco começa por ";" todo ele se considerará um comentário e não se executará.

Não se admitem blocos vazios, no mínimo devem levar um comentário

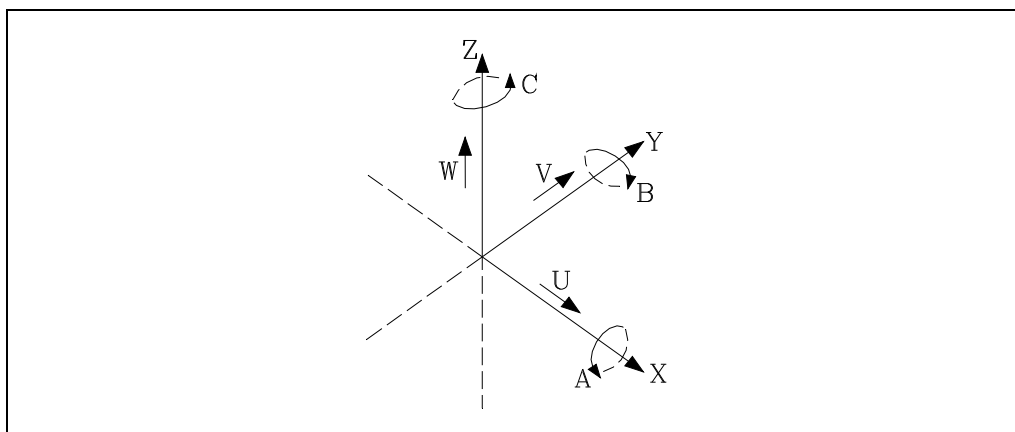
EIXOS E SISTEMAS DE COORDENADAS

3

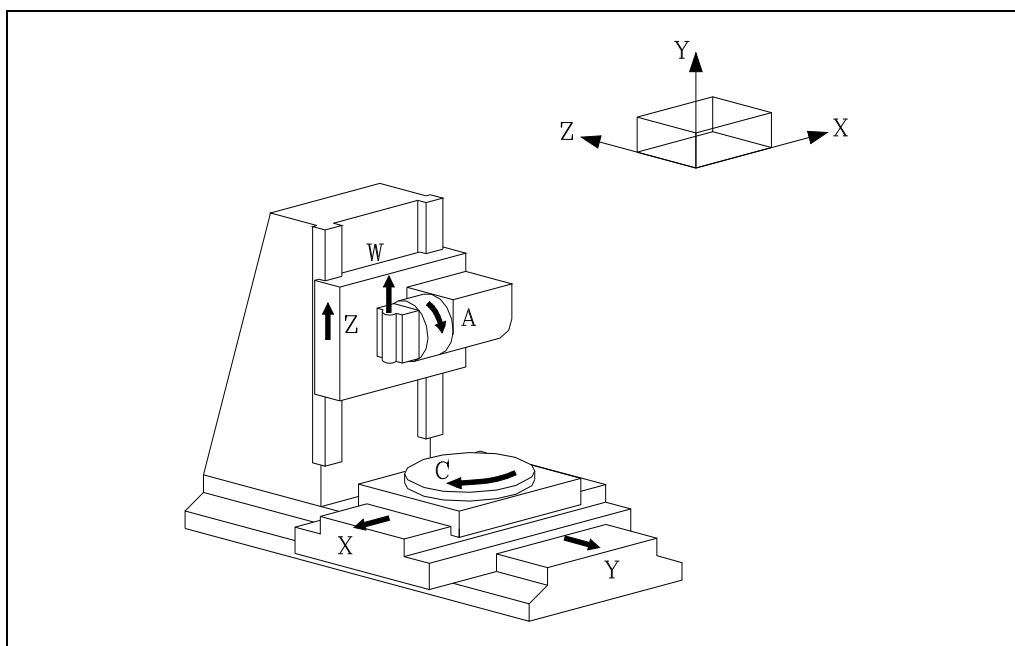
Em virtude de que o objetivo de Controle Numérico é controlar o movimento e posicionamento dos eixos, será necessário determinar a posição do ponto a ser atingido por meio das suas coordenadas.

O CNC permite fazer uso de coordenadas absolutas e de coordenadas relativas ou incrementais, ao longo dum mesmo programa.

3.1 Nomenclatura dos eixos

Os eixos se denominam conforme a norma DIN 66217.

Características do sistema de eixos:

X e Y	movimentos principais de avanço no plano de trabalho principal da máquina.
Z	paralelo ao eixo principal da máquina, perpendicular ao plano principal XY.
U, V, W	eixos auxiliares paralelos aos X, Y, Z, respectivamente.
A, B, C	Eixos rotativos sobre cada um dos eixos X, Y, Z.

Na figura seguinte, se mostra um exemplo da denominação dos eixos numa máquina fresadora-perfiladora de mesa inclinada.

3.1.1 Seleção dos eixos

Dos 9 possíveis eixos que podem existir, o CNC permite ao fabricante selecionar até 7 dos mesmos.

Além disso, todos os eixos deverão estar definidos adequadamente, como lineares, giratórios, etc., por meio dos parâmetros de máquina de eixos que se indicam no manual de Instalação e arranque inicial.

Não existe nenhum tipo de limitação na programação dos eixos, podendo realizar-se interpolações até com 7 eixos ao mesmo tempo.

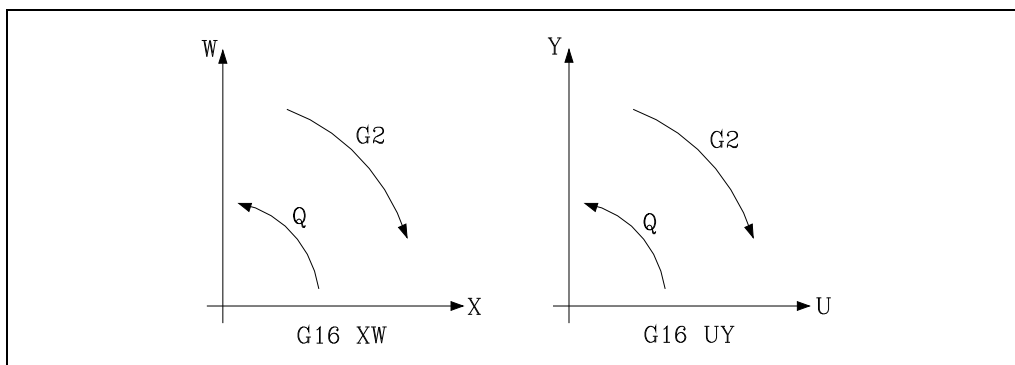
3.2 Seleção de planos (G16, G17, G18, G19)

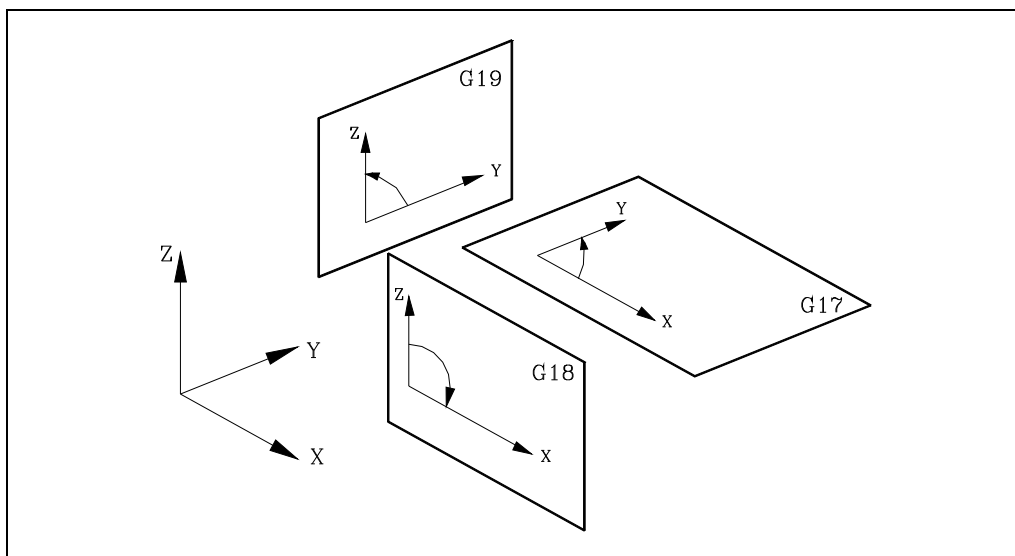
Se empregará a seleção de plano quando se realizem:

- Interpolações circulares.
- Arredondamento controlado de arestas.
- Entrada e Saída tangencial.
- Chanfrado.
- Programação de cotas em coordenadas polares.
- Ciclos fixos de usinagem.
- Rotação do sistema de coordenadas.
- Compensação do raio da ferramenta.
- Compensação do comprimento da ferramenta.

As funções "G" que permitem selecionar os planos de trabalho são as seguintes:

G16 eixo1 eixo2 eixo3. Permite selecionar o plano de trabalho desejado, assim como o sentido de G02 G03 (interpolação circular), programando-se como eixo1 o eixo de abcissas e como eixo2 o de ordenadas.

O eixo3 é o eixo longitudinal sobre o qual se compensa a longitude da ferramenta.

G17.	Seleciona o plano XY e o eixo longitudinal Z.
G18.	Seleciona o plano ZX e o eixo longitudinal Y.
G19.	Seleciona o plano YZ e o eixo longitudinal X.

As funções G16, G17, G18 e G19 são modais e incompatíveis entre si, se deve programar a função G16 em solitário dentro de um bloco.

As funções G17, G18 e G19 definem dois dos três eixos principais X, Y, Z, como pertencentes ao plano de trabalho, e o outro como eixo perpendicular ao mesmo.

Ao realizar-se a compensação de raio sobre o plano de trabalho e a compensação longitudinal sobre o eixo perpendicular, o CNC não permitirá as funções G17, G18 e G19 se algum dos eixos X, Y ou Z não está selecionado como eixo que controla o CNC.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como plano de trabalho o definido pelo parâmetro de máquina geral "IPLANE".

Para usinar planos inclinados se deve utilizar a função G49, transformação de coordenadas.
Ver a seção *"15 Transformação de coordenadas"**.*

3.3 Dimensão da peça. Milímetros (G71) ou polegadas (G70)

O CNC admite que as unidades de medida possam introduzir-se no momento da programação, tanto em milímetros como em polegadas.

Possui parâmetro de máquina geral "INCHES", para definir as unidades de medida do CNC.

Não obstante, estas unidades de medida podem ser alteradas ao longo do programa, dispondo para isso das funções:

- G70. Programação em polegadas.
- G71. Programação em milímetros.

Conforme se tenha programado G70 ou G71, o CNC assume o referido sistema de unidades para todos os blocos programados a seguir.

As funções G70/G71 são modais e incompatíveis entre si.

O CNC permite programar cifras desde 0.0001 até 99999.9999 com e sem sinal, trabalhando em milímetros (G71), o que se denominará formato ±5.4, ou então, desde 0.00001 até 3937.00787 com e sem sinal, se se programa em polegadas (G70), o que se denominará formato ±4.5.

Entretanto, e para simplificar as explicações, se dirá que o CNC admite formato ±5.5, indicando com isso que em milímetros admite ±5.4 e em polegadas ±4.5.

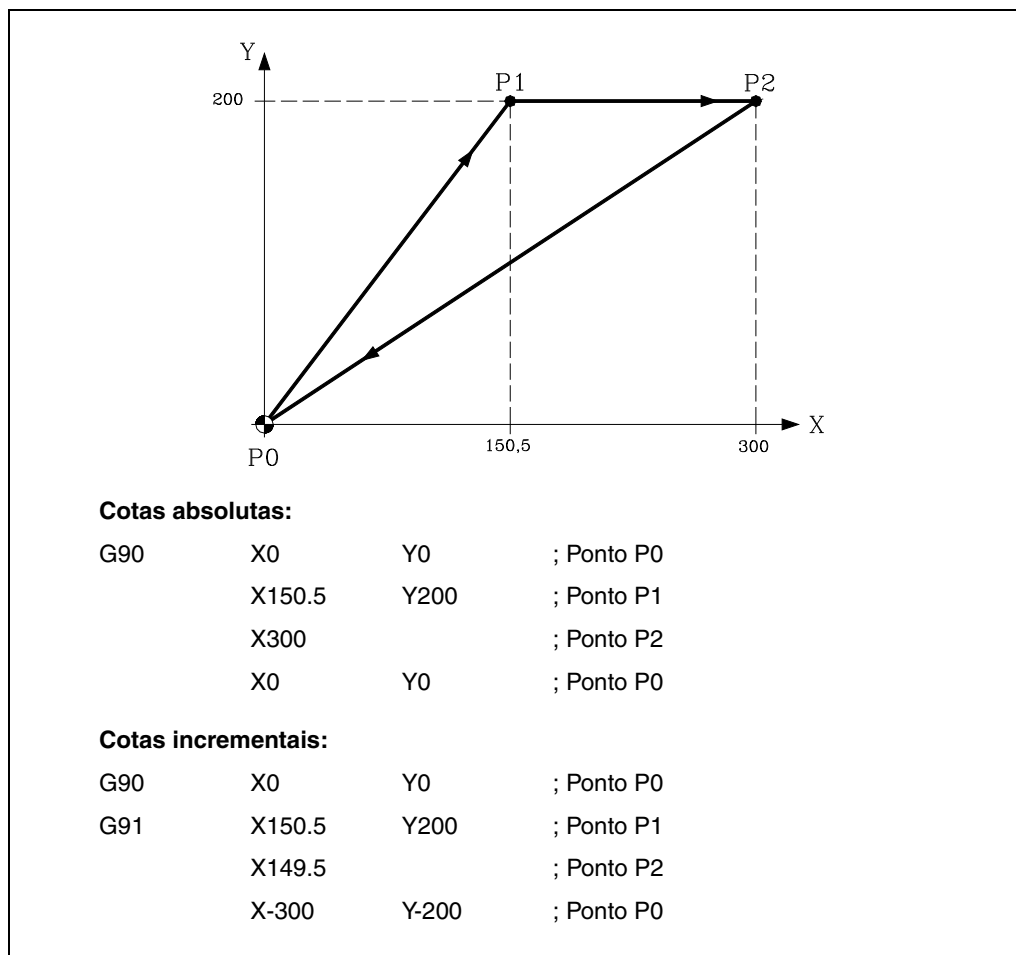
No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como sistema de unidades o definido pelo parâmetro de máquina geral "INCHES".

3.4 Programação absoluta/incremental (G90, G91)

O CNC admite que a programação das coordenadas de um ponto, se realize, tanto em coordenadas absolutas G90, como em coordenadas incrementais G91.

Quando se trabalha em coordenadas absolutas (G90), as coordenadas do ponto, são referidas a um ponto de origem de coordenadas estabelecido, que freqüentemente é o ponto de origem da peça.

Quando se trabalha em coordenadas incrementais (G91), o valor numérico programado corresponde à informação de deslocamento do caminho a percorrer desde o ponto no qual está situada a ferramenta nesse momento. O sinal anteposto indica a direção de deslocamento.

As funções G90/G91 são modais e incompatíveis entre si.

Cotas absolutas:

G90	X0	Y0	; Ponto P0
	X150.5	Y200	; Ponto P1
	X300		; Ponto P2
	X0	Y0	; Ponto P0

Cotas incrementais:

G90	X0	Y0	; Ponto P0
G91	X150.5	Y200	; Ponto P1
	X149.5		; Ponto P2
	X-300	Y-200	; Ponto P0

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá G90 ou G91 conforme se tenha definido pelo parâmetro de máquina geral "ISYSTEM".

3.5 Programação de cotas

O CNC permite selecionar até 7 eixos dentre os 9 possíveis eixos X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Cada um deles poderá ser linear, linear de posicionamento, rotativo normal, rotativo de posicionamento ou rotativo com dentado hirth posicionamento em graus inteiros, conforme se especifique no parâmetro de máquina de cada eixo "AXISTYPE".

Com o objetivo de selecionar em cada momento o sistema de programação de cotas mais adequado, o CNC possui os seguintes tipos:

- Coordenadas cartesianas
- Coordenadas polares
- Coordenadas cilíndricas
- Ângulo e uma coordenada cartesiana

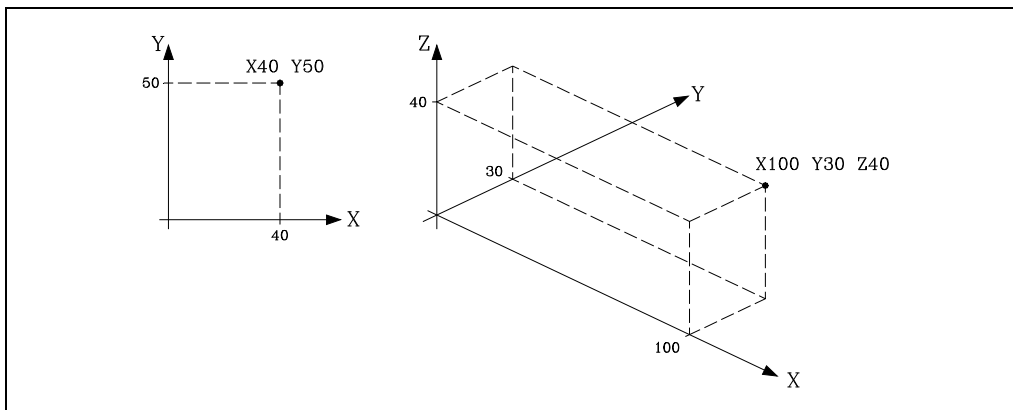
3.5.1 Coordenadas cartesianas

O Sistema de Coordenadas Cartesianas está definido por dois eixos no plano, e por três ou mais eixos no espaço.

A origem de todos eles, que no caso dos eixos X Y Z coincide com o ponto de interseção, se denomina Origem Cartesiano ou Ponto Zero do Sistema de Coordenadas.

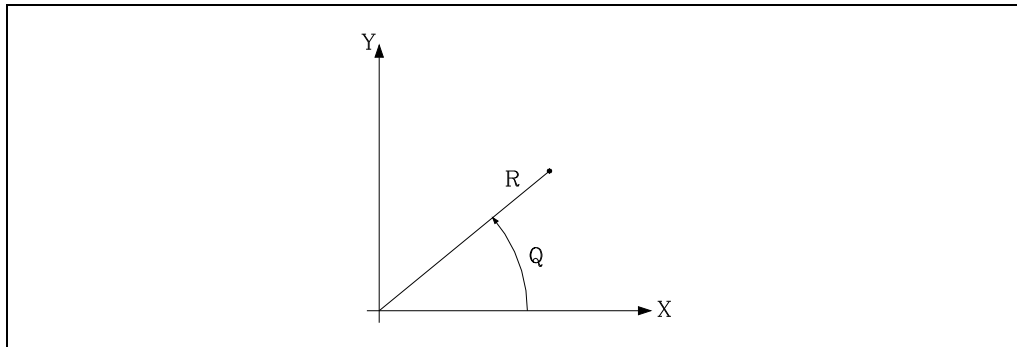
A posição dos diferentes pontos da máquina se expressa mediante as cotas dos eixos, com dois, três, quatro ou cinco coordenadas.

As cotas dos eixos se programam mediante a letra do eixo (X, Y, Z, U, V, W, A, B, C, sempre nesta ordem) e seguida do valor da cota.

Os valores das cotas serão absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando no G90 ou G91, e o seu formato de programação será ±5.5

3.5.2 Coordenadas polares

Em caso de existir elementos circulares ou dimensões angulares, as coordenadas dos diferentes pontos no plano (2 eixos, ao mesmo tempo) pode resultar mais conveniente expressá-los em Coordenadas polares.

O ponto de referência se denomina Origem Polar e será a origem do Sistema de Coordenadas Polares.

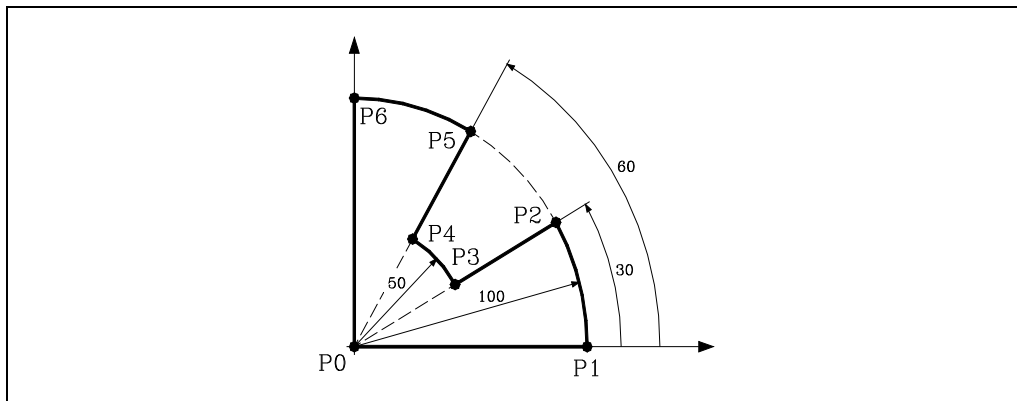
Um ponto no referido sistema virá definido por:

- O RAIO (R) que será a distância entre o origem polar e o ponto.
- O ÁNGULO (Q) que será formado pelo eixo de abcissas e a linha que une a origem polar com o ponto. (Em graus).

Quando se trabalha em G90 os valores de R e Q serão cotas absolutas e o seu formato de programação é R5.5 Q±5.5. O valor atribuído ao raio deve ser sempre positivo.

Quando se trabalha em G91 os valores de R e Q serão cotas absolutas e o seu formato de programação é R5.5 Q±5.5.

Mesmo que se permite programar valores negativos de R quando se programa em cotas incrementais, o valor resultante que lhe for atribuído ao raio deve ser sempre positivo.

Se se programa um valor de Q superior a 360º, se tomará o módulo depois de ser dividido entre 360. Desta maneira, Q420 é o mesmo que Q60, e Q-420 é o mesmo que Q-60.

Exemplo de programação supondo a Origem Polar situada na Origem de Coordenadas.

Cotas absolutas:

G90	X0	Y0	; Ponto P0
G01	R100	Q0	; Ponto P1, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P2, em arco (G03)
G01	R50	Q30	; Ponto P3, em linha reta (G01)
G03		Q60	; Ponto P4, em arco (G03)
G01	R100	Q60	; Ponto P5, em linha reta (G01)
G03		Q90	; Ponto P6, em arco (G03)
G01	R0	Q90	; Ponto P0, em linha reta (G01)

Cotas incrementais:

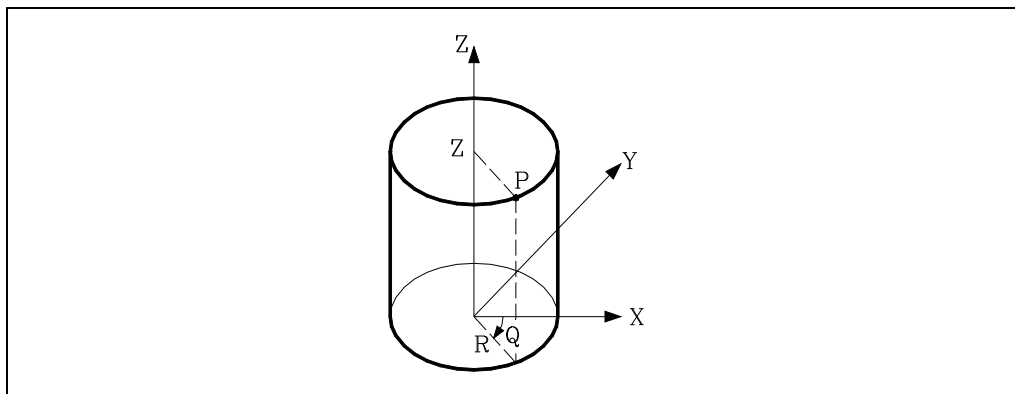
G90	X0	Y0	; Ponto P0
G91 G01	R100	Q0	; Ponto P1, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P2, em arco (G03)
G01	R-50	Q0	; Ponto P3, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P4, em arco (G03)
G01	R50	Q0	; Ponto P5, em linha reta (G01)
G03		Q30	; Ponto P6, em arco (G03)
G01	R-100	Q0	; Ponto P0, em linha reta (G01)

A origem polar, além de se poder pré- selecionar mediante a função G93, que se verá mais adiante, pode ser modificada nos seguintes casos:

- No momento da ligação, depois de M02, M30, EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como origem polar a origem de coordenadas do plano de trabalho definido pelo parâmetro de máquina geral "IPLANE".
- Cada vez que se mude de plano de trabalho (G16, G17, G18 ou G19) o CNC assume como origem polar a origem de coordenadas do novo plano de trabalho selecionado.
- Ao executar uma interpolação circular (G02 ou G03), e se o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE" tem o valor 1, o centro do arco passará a ser a nova origem polar.

3.5.3 Coordenadas cilíndricas

Para definir um ponto no espaço pode utilizar-se além do sistema de coordenadas cartesianas o sistema de coordenadas cilíndricas.

Um ponto no referido sistema virá definido por:

A projeção do referido ponto sobre o plano principal, que se deverá definir em coordenadas polares (R Q).

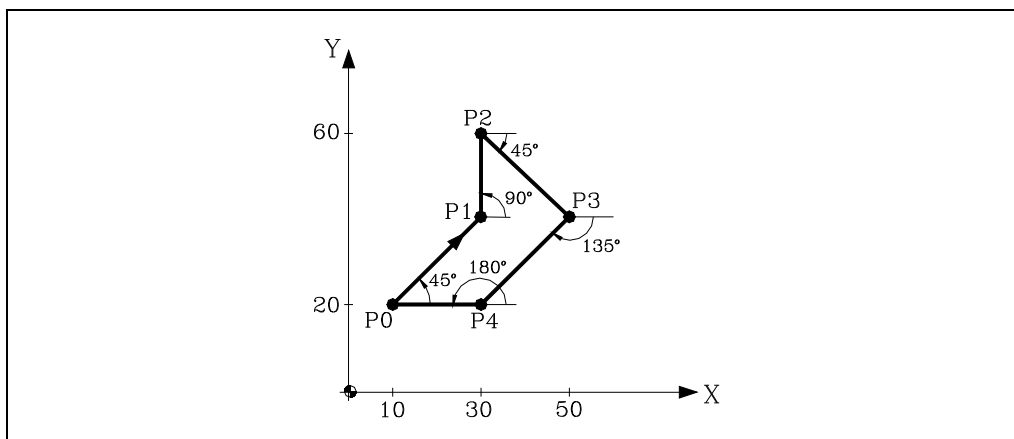
Resto dos eixos em coordenadas cartesianas.

Exemplos:

```
R30 Q10 Z100
R20 Q45 Z10 V30 A20
```

3.5.4 Ângulo e uma coordenada cartesiana

No plano principal se pode definir um ponto mediante uma das suas coordenadas cartesianas e o ângulo de saída da trajetória do ponto anterior.

Exemplo de programação supondo que o plano principal é o plano XY:

X10	Y20	; Ponto P0, ponto de partida
Q45	X30	; Ponto P1
Q90	Y60	; Ponto P2
Q-45	X50	; Ponto P3
Q-135	Y20	; Ponto P4
Q180	X10	; Ponto P0

Se se deseja representar um ponto no espaço, o resto de coordenadas poderão programar-se, em coordenadas cartesianas.

3.6 Eixos rotativos

Os eixos rotativos disponíveis são:

Eixo rotativo normal.

Eixo rotativo de somente posicionamento.

Eixo rotativo hirth.

Além disso, cada um deles se sub-divide em:

Rollover	Quando a sua visualização se realiza entre 0º e 360º.
No Rollover	Quando a visualização pode efetuar-se entre -99999º e 99999º.

Todos eles se programam em graus, por isso que as suas cotas não se verão afetadas pela mudança de unidades milímetros/polegadas.

Eixos rotativos normais

São aqueles que pode interpolar com eixos lineais.

Deslocamento: Em G00 e G01

Programação eixo Rollover.

G90	O sinal indica o sentido de rotação e a cota, a posição final (entre 0 e 359.9999).
G91	O sinal indica o sentido de giro. Se o deslocamento programado é superior a 360°, o eixo dará mais de uma volta antes de posicionar-se no ponto desejado.

Programação eixo No Rollover.

Em G90 e G91 como um eixo linear.

Eixo rotativo de somente posicionamento

Não podem interpolar com eixos lineais.

Deslocamento: Sempre em G00 e não admitem compensação de raio (G41, G42).

Programação eixo Rollover.

G90	Sempre positivo e pelo caminho mais curto. Cota final entre 0 e 359.9999
G91	O sinal indica o sentido de giro. Se o deslocamento programado é superior a 360°, o eixo dará mais de uma volta antes de posicionar-se no ponto desejado.

Programação eixo No Rollover.

Em G90 e G91 como um eixo linear.

Eixo rotativo hirth

O seu funcionamento e programação é similar ao dos eixos rotativos de somente posicionamento, com a ressalva de que os eixos rotativos hirth não admitem cifras decimais, devendo selecionar-se somente posições inteiras.

O CNC permite possuir mais de um eixo hirth mas não admite deslocamentos nos quais intervenham mais de um eixo hirth ao mesmo tempo.

3.7 Zona de trabalho

O CNC permite possuir quatro zonas ou áreas de trabalho, assim como, limitar o movimento da ferramenta em cada uma delas.

3.7.1 Definição das zonas de trabalho

Dentro de cada zona de trabalho, o CNC permite limitar o movimento da ferramenta em cada um dos eixos, definindo-se os limites superior e inferior em cada eixo.

G20: Define os limites inferiores da área desejada.

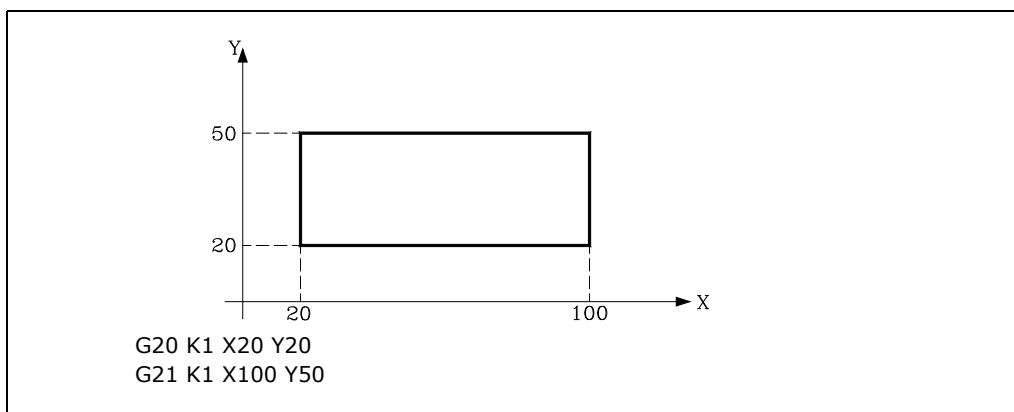
G21: Define os limites superiores da área desejada.

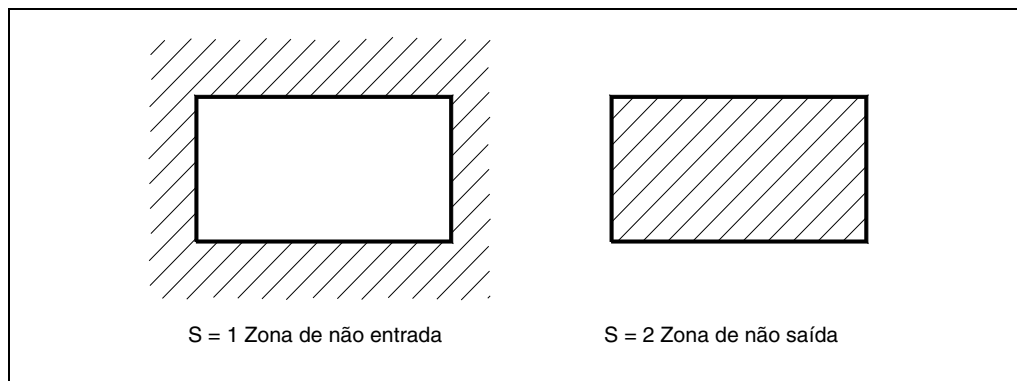
O formato de programação destas funções é:

```
G20 K X...C±5.5
G21 K X...C±5.5
```

Onde:

K	Indica a zona de trabalho sobre a qual se deseja definir (1, 2, 3 ou 4)
X...C	Indicam as cotas (superiores ou inferiores) com as que se desejam limitar os eixos. Estas cotas estarão programadas com respeito ao zero máquina. Por segurança, o eixo para 0,1mm antes do limite programado.

Não será necessário programar todos os eixos, por isso se limitarão somente os eixos definidos.

3.7.2 Utilização das zonas de trabalho

Dentro de cada zona ou área de trabalho, o CNC permite restringir o movimento da ferramenta, quer proibindo-lhe sair da área programada (zona de não saída), ou então, proibindo-lhe a entrada na área programada (zona de não entrada).

O CNC levará em consideração, a todo o momento, as dimensões da ferramenta (tabela de corretores), para evitar que esta ultrapasse os limites programados.

A personalização das zonas de trabalho se realiza mediante a função G22, sendo o seu formato de programação:

```
G22 K S
```

Onde:

K Indica a zona de trabalho sobre a qual se deseja personalizar (1, 2, 3 ou 4)

S Indica a habilitação-inabilitação da zona de trabalho.

S = 0 se desabilita.

S = 1 se habilita como zona de não entrada.

S = 1 se habilita como zona de não saída.

No momento da ligação, o CNC desabilita todas as zonas de trabalho, entretanto, os limites superior e inferior das referidas zonas não sofrerão nenhuma variação, podendo voltar a habilitar-se com a função G22.

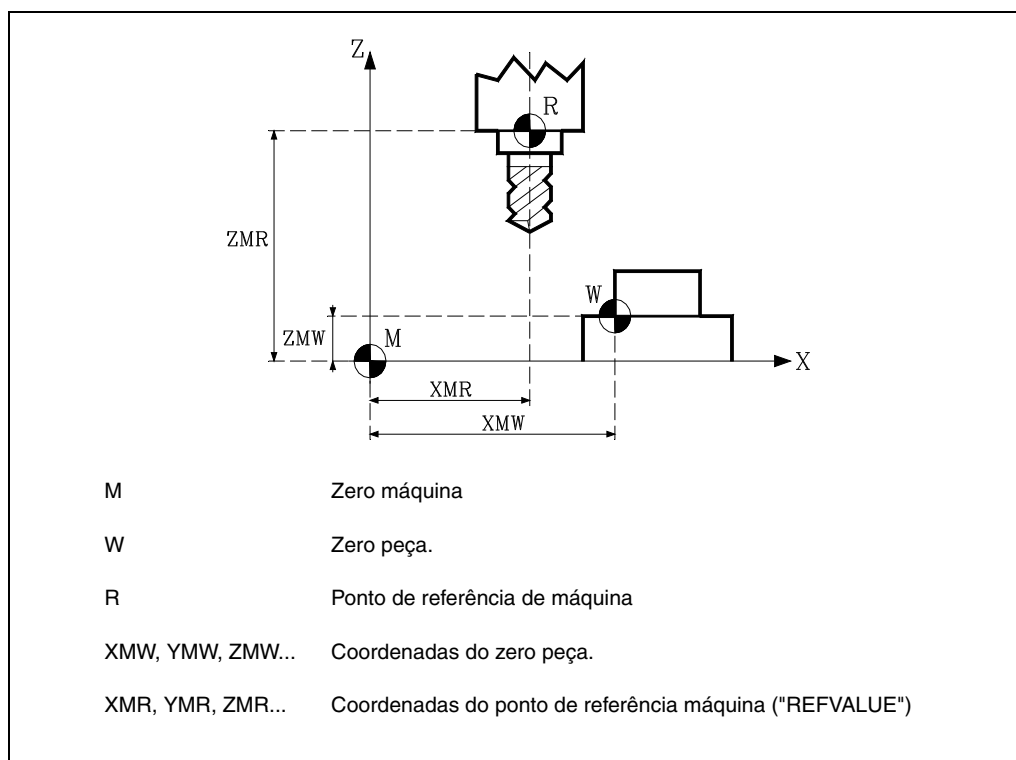
SISTEMAS DE REFERÊNCIA

4

4.1 Pontos de referência

Uma máquina dirigida por controle numérico, necessita ter definidos os seguintes pontos de origem e de referência:

- Zero máquina ou ponto de origem da máquina. É determinado pelo construtor, como a origem do sistema de coordenadas da máquina.
- Zero peça ou ponto de origem da peça. É o ponto de origem que se fixa para a programação das medidas da peça, pode ser escolhido livremente pelo programador e a sua referência com o zero máquina se fixa mediante o deslocamento de origem.
- Ponto de referência. É um ponto da máquina determinado pelo fabricante sobre o qual se realiza a sincronização do sistema. O controle se posiciona sobre este ponto, em lugar de deslocar-se até à origem da máquina, tomando então, as cotas de referência que estão definidas mediante o parâmetro de máquina dos eixos "REFVALUE".

M	Zero máquina
W	Zero peça.
R	Ponto de referência de máquina
XMW, YMW, ZMW...	Coordenadas do zero peça.
XMR, YMR, ZMR...	Coordenadas do ponto de referência máquina ("REFVALUE")

4.2 Busca de referência de máquina (G74)

O CNC permite programar a busca de referência de máquina de duas formas diferentes:

- Busca de referência de máquina de um ou mais eixos numa ordem determinado.

  Se programará G74 seguido dos eixos nos quais se deseja que se realize a busca de referência. Por exemplo: G74 X Z C Y.

  O CNC começará o deslocamento de todos os eixos selecionados que possuam micro de referência de máquina (parâmetro de máquina de eixos "DECINPUT"), e no sentido indicado pelo parâmetro de máquina de eixos "REFDIREC".

  Este deslocamento se realiza conforme o avanço indicado no parâmetro de máquina dos eixos "REFEED1", até que se pressione o micro.

  Em seguida começará a busca de referência de máquina de todos os eixos e na ordem na qual foram programados.

  Este novo deslocamento se realizará eixo a eixo, conforme o avanço indicado no parâmetro de máquina dos eixos "REFEED2", até que se atinja o ponto de referência de máquina.

- Busca de referência de máquina utilizando a sub-rotina associada.

  Se programará a função G74 só no bloco e o CNC executará de maneira automática a sub-rotina cujo número esteja indicado no parâmetro de máquina geral "REFPSUB", podendo-se programar na referida sub-rotina as buscas de referência de máquina desejadas e na ordem desejada.

Num bloco no qual foi programado G74 não poderá aparecer nenhuma outra função preparatória.

Se a busca de referência de máquina se realiza em modo manual, se perderá o zero peça selecionado, visualizando-se as cotas do ponto de referência de máquina indicadas no parâmetro de máquina dos eixos "REFVALUE". No resto dos casos conservar-se-á o zero peça selecionado, pelo que as cotas visualizadas estarão referidas ao mencionado zero peça.

Se o comando G74 se executa em MDI a visualização de cotas dependerá do modo em que se execute o mesmo, Manual, Execução ou Simulação.

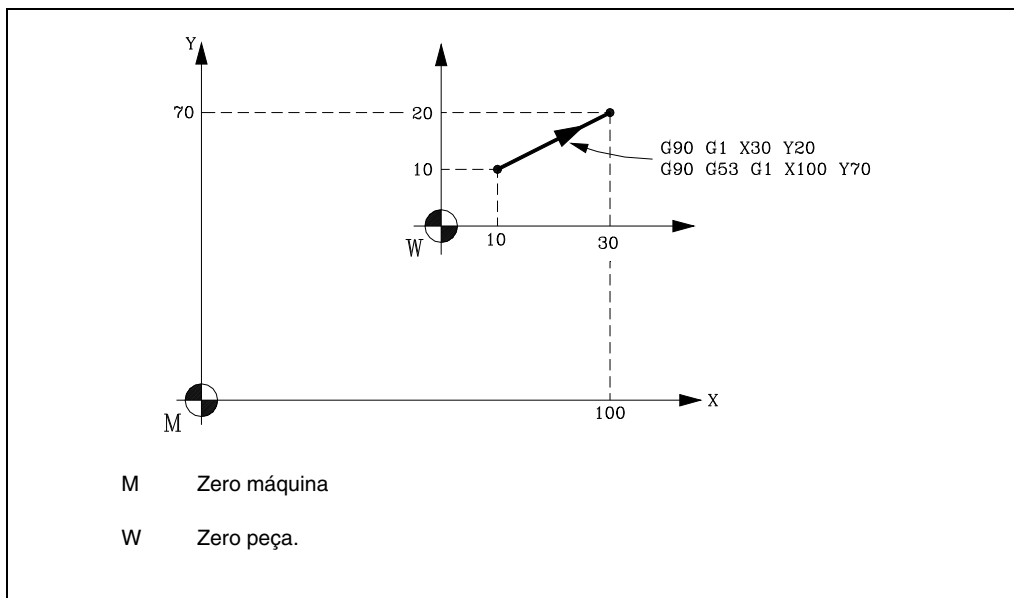
4.3 Programação com respeito ao zero máquina (G53)

A função G53 pode ser acrescentada a qualquer bloco que contenha funções de controle de trajetória.

Se usará somente quando se deseje programar as cotas do referido bloco com ao zero máquina, devendo expressar-se referidas cotas em milímetros ou polegadas, conforme esteja definido o parâmetro de máquina geral "INCHES".

Programando a função G53 sem informação de movimento se anula o deslocamento de origem ativo, tanto se provém da execução de G54-G59 como de uma pré-seleção (G92). A pré-seleção do deslocamento de origem se explica a seguir.

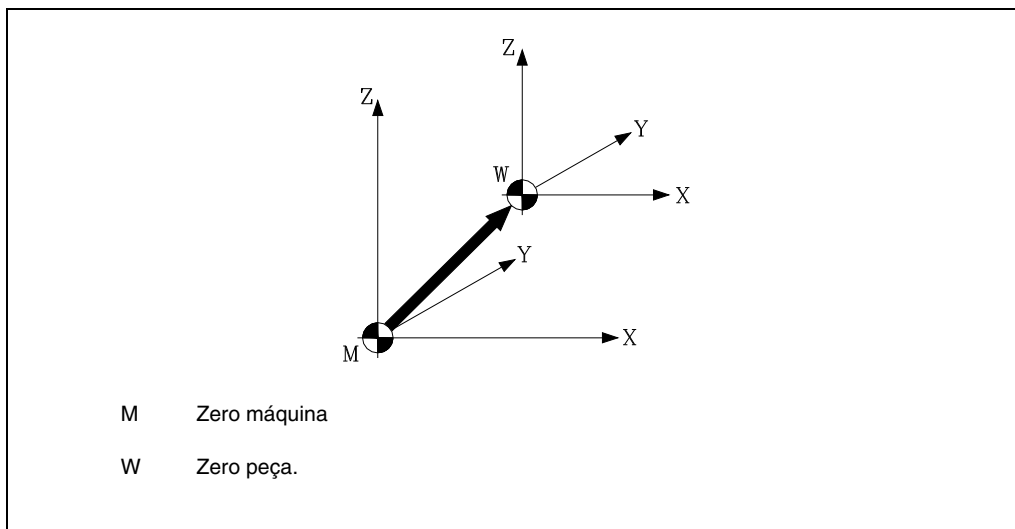
A função G53 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje indicar as cotas referidas ao zero máquina.

Esta função anula, temporariamente, a compensação do raio e o comprimento da ferramenta.

M Zero máquina

W Zero peça.

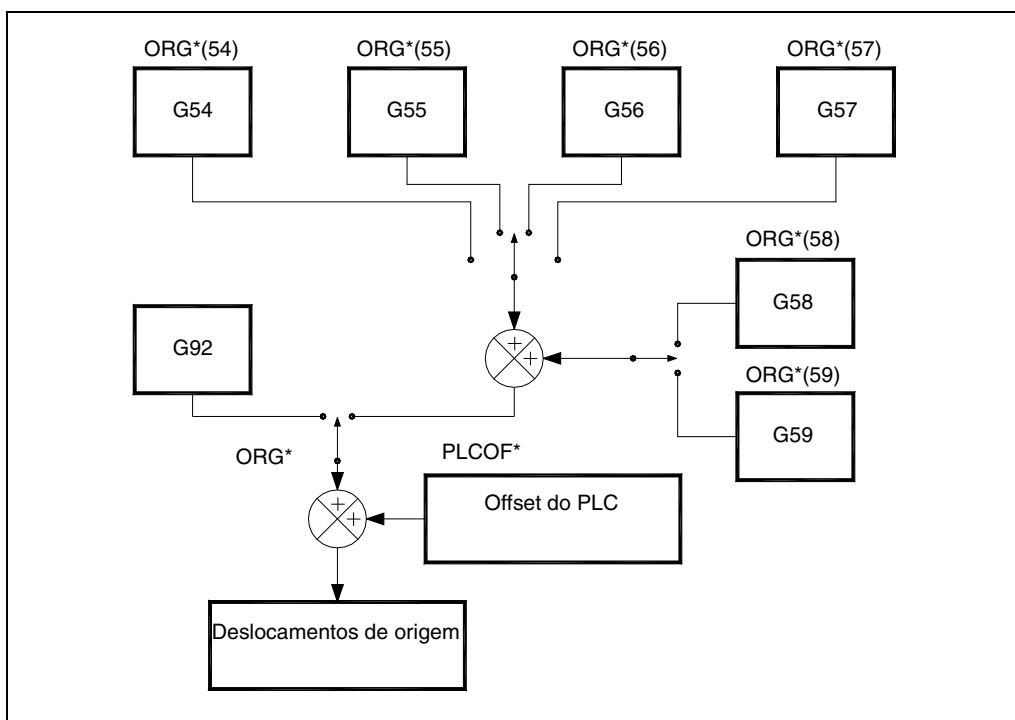
4.4 Visualização de cotas e deslocamentos de origem

O CNC permite realizar deslocamentos de origem com o objetivo de utilizar coordenadas relativas ao plano da peça, sem a necessidade de modificar as coordenadas dos diferentes pontos da peça na hora de programar.

Se define como deslocamentos de origem, a distância entre o zero peça (ponto de origem da peça) e o zero máquina (ponto de origem da máquina).

Este deslocamentos de origem se podem realizar de duas maneiras:

- Mediante a função G92 (pré-seleção de cotas), aceitando o CNC as cotas dos eixos programados depois de G92, como novos valores dos eixos.
- Por meio da utilização de deslocamentos de origem (G54 ... G59, G159N1 ... G159N20), aceitando o CNC como novo zero peça o ponto que se encontra situado, com respeito ao zero máquina à distância indicada pela tabela ou tabelas selecionadas.

Ambas as funções são modais e incompatíveis entre si, por isso, ao selecionar uma delas a outra fica desabilitada.

Existe, além disso, outro deslocamento de origem que governa o autômato, este deslocamento se acrescenta sempre ao deslocamento de origem selecionado e se utiliza entre outros para corrigir desvios produzidos por dilatações, etc.

4.4.1 Visualização de cotas e limitação do valor de S (G92)

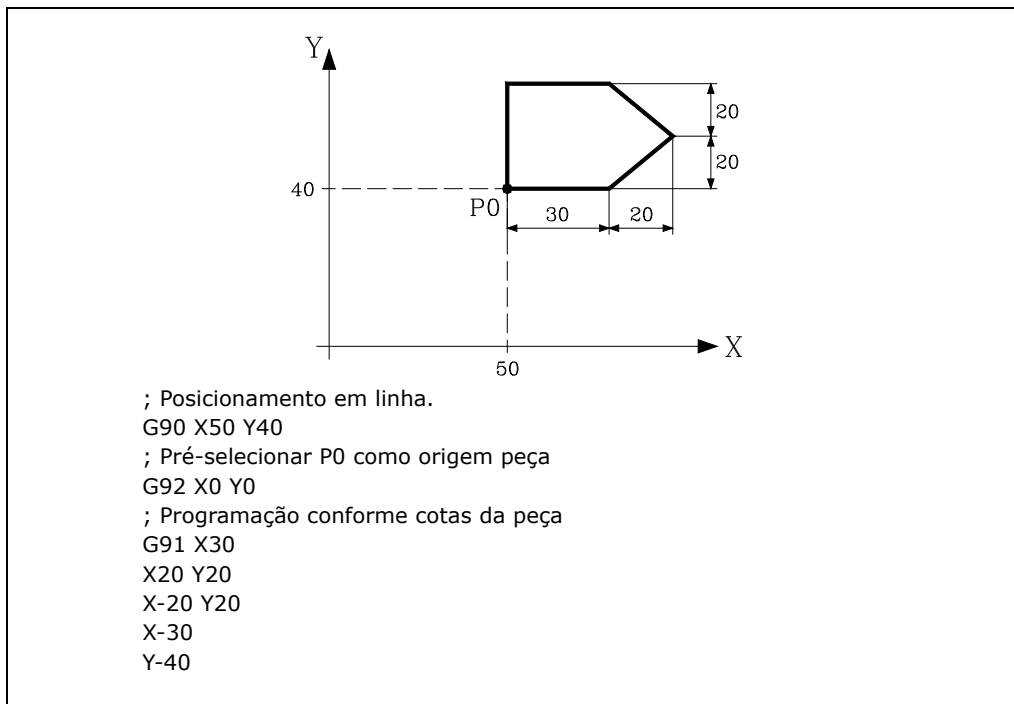
Por meio da função G92 se pode pré-selecionar qualquer valor nos eixos do CNC, assim como limitar a máxima velocidade do spindle.

- Visualização de cotas.

  Ao realizar um deslocamento de origem mediante a função G92, o CNC assume as cotas dos eixos programados depois de G92, como novos valores dos eixos.

  No bloco em que se define G92, não se pode programar nenhuma outra função, sendo o formato de programação:

  ```
  G92 X...C ±5.5
  ```

```
; Posicionamento em linha.
G90 X50 Y40
; Pré-selecionar P0 como origem peça
G92 X0 Y0
; Programação conforme cotas da peça
G91 X30
X20 Y20
X-20 Y20
X-30
Y-40
```

- Limitação da velocidade do spindle.

  Ao executar-se um bloco do tipo G92 S5.4 o CNC limita dai em diante a velocidade da árvore ao valor fixado mediante S5.4.

  Se, posteriormente, se quer executar um bloco com um S superior, o CNC executará o referido bloco com o S máxima fixada com a função G92 S.

  Também não se poderá superar esse máximo mediante as teclas do painel frontal.

4.4.2 Deslocamentos de origem (G54..G59 e G159)

O CNC possui uma tabela de deslocamentos de origem, na qual se podem selecionar vários deslocamentos de origem, com o objetivo de gerar determinados zeros peça, independentemente, do zero peça que nesse momento se encontre ativo.

O acesso à tabela se pode realizar desde o painel frontal do CNC, tal e como se explica no manual de Operação, ou então por programa, utilizando comandos em linguagem de alto nível.

Existem dois tipos de deslocamentos de origem:

- Deslocamentos de origem absolutos (G54 ... G57, G159N1 ... G159N20), que devem estar relacionados com o zero máquina.
- Deslocamentos de origem incrementais (G58-G59).

As funções G54, G55, G56, G57, G58 e G59, se programam sós num bloco, e funcionam da seguinte maneira.

Ao executar-se uma das funções G54, G55, G56 ou G57, o CNC aplica o deslocamento de origem programado sobre o zero máquina, anulando os possíveis deslocamentos que se encontravam ativos.

Quando se executa um dos deslocamentos incrementais G58 ou G59, o CNC acrescentará os seus valores ao deslocamento de origem absoluto que se encontre vigente nesse momento. Anulando previamente o possível deslocamento incremental que se encontre ativo.

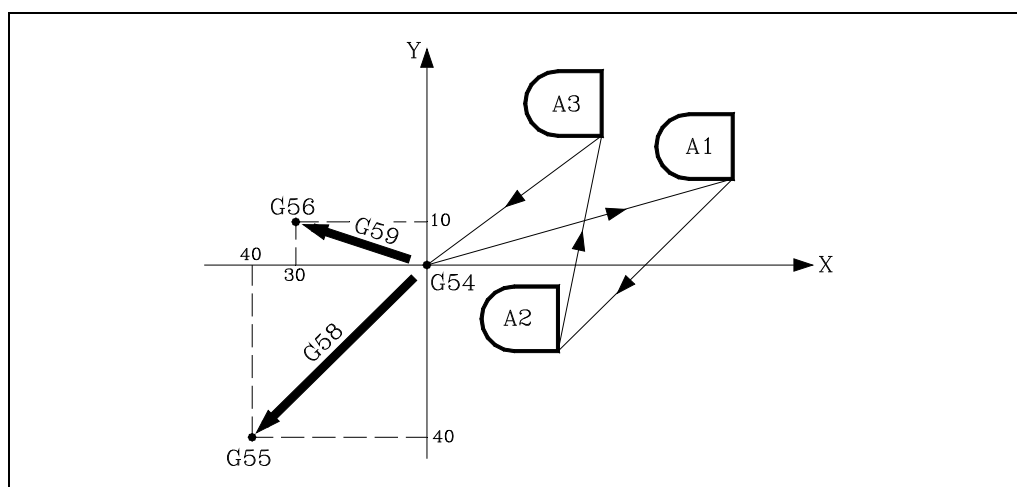
Observe-se, no seguinte exemplo, os deslocamentos de origem que se aplicam ao executar-se o programa:

G54	Aplica o deslocamento de origem G54	==> G54
G58	Acrescenta o deslocamento de origem G58	==> G54+G58
G59	Anula G58 e acrescenta G59	==> G54+G59
G55	Anula o que tivesse e aplica G55== G55	==> G55

Depois de selecionado um deslocamento de origem, se manterá ativo até que se selecione outro ou até que se realize uma busca de referência de máquina (G74) em modo manual. O deslocamento de origem selecionado se mantém ativo incluso depois de um desliga-liga do CNC.

Este tipo de deslocamentos de origem fixados por programa, são muito úteis para a repetição de usinagens em diversas posições da máquina.

Exemplo: A tabela de deslocamentos de origem está inicializada com os seguintes valores:

G54:	X200	Y100
G55:	X160	Y 60
G56:	X170	Y110
G58:	X-40	Y-40
G59:	X-30	Y 10

Utilizando deslocamentos de origem absolutos:

G54	; Aplica o deslocamento G54
Execução do perfil	; Executa perfil A1
G55	; Aplica o deslocamento G55
Execução do perfil	; Executa perfil A2
G56	; Aplica o deslocamento G56
Execução do perfil	; Executa perfil A3

Utilizando deslocamentos de origem incrementais:

G54	; Aplica o deslocamento G54
Execução do perfil	; Executa perfil A1
G58	; Aplica os deslocamentos G54+G58
Execução do perfil	; Executa perfil A2
G59	; Aplica os deslocamentos G54+G59
Execução do perfil	; Executa perfil A3

Função G159

Esta função permite aplicar qualquer deslocamento de origem definido na tabela.

Os seis primeiros deslocamentos de origem são equivalentes ao programar G54 até G59, com a diferença de que os valores correspondentes a G58 e G59 se aplicam de maneira absoluta. Isto é devido a que a função G159 anula as funções G54-G57, portanto não há nenhum deslocamento ativo que somar o correspondente a G58 ou G59.

A maneira em que se programa a função G159 é a seguinte:

G159 Nn — Sendo n um número de 1 a 20 que indica o deslocamento de origem aplicado.

A função G159 é modal, se programa sozinha no bloco e é incompatível com as funções G53, G54, G55, G56, G57, G58, G59 e G92.

No momento da ligação, o CNC assume o deslocamento de origem que se encontrava ativo no momento em que se apagou. Além disso, o deslocamento de origem não se vê afetado nem pelas funções M02, M03, nem por RESET.

Esta função se visualiza no historial do modo G159Nn, indicando-a no deslocamento de origem ativo.

Exemplos:

G159 N1	Se aplica o primeiro deslocamento de origem. É equivalente a programar G54.
G159 N6	Se aplica o sexto deslocamento de origem. É equivalente a programar G59, mas se aplica de forma absoluta.
G159 N20	Se aplica o vigésimo deslocamento de origem.

4.5 Pré-seleção da origem polar (G93)

A função G93 permite pré-selecionar qualquer ponto, do plano de trabalho, como nova origem de coordenadas polares.

Esta função se programa sozinha no bloco, sendo o seu formato de programação:

```
G93 I±5.5 J±5.5
```

Os parâmetros I e J definem a abcissa (I) e a ordenada (J) com respeito ao zero peça, em que se deseja situar a nova origem de coordenadas polares.

Se num bloco se programa somente G93, a origem polar passará a ser o ponto no qual se encontre a máquina, nesse momento.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá como novo origem polar o zero peça que se encontra selecionado.

Quando se seleciona um novo plano de trabalho (G16, G17, G18, G19) o CNC aceita como nova origem polar o zero peça de referido plano.

O CNC não modifica a origem polar quando se define um novo zero peça, mas se modifica os valores das variáveis "PORGF" e "PORGS".
Se ao estar selecionado o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE", se programa uma interpolação circular G02 ou G03, o CNC assumirá o centro do arco como nova origem polar.

PROGRAMAÇÃO CONFORME CÓDIGO ISO

5

Um bloco programado em linguagem ISO pode estar composto por:

- Funções preparatórias (G)
- Cotas dos eixos (X..C)
- Velocidade de avanço (F)
- Velocidade do spindle (S)
- Nº ferramenta (T)
- Nº corretor (D)
- Funções auxiliares (M)

Dentro de cada bloco tem que manter esta ordem, mesmo que não é necessário que cada bloco contenha todas as informações.

O CNC permite programar cifras desde 0.0001 até 99999.9999 com e sem sinal, trabalhando em milímetros (G71), o que se denominará formato ±5.4, ou então, desde 0.00001 até 3937.00787 com e sem sinal, se se programa em polegadas (G70), o que se denominará formato ±4.5.

Entretanto, e para simplificar as explicações, se dirá que o CNC admite formato ±5.5, indicando com isso que em milímetros admite ±5.4 e em polegadas ±4.5.

Também se pode programar num bloco qualquer função com parâmetros, exceto o número de etiqueta ou de bloco, de maneira que ao ser executado o mencionado bloco, o CNC substituirá o parâmetro aritmético pelo seu valor nesse momento.

5.1 Funções preparatórias

As funções preparatórias se programam mediante a letra G seguida de no máximo três cifras (G0 - G319).

Se programam sempre no começo do corpo do bloco e servem para determinar a geometria e condições de trabalho do CNC.

Tabela de funções G empregadas no CNC.

Função	M	D	V	Significado	Seção
G00	*	?	*	Posicionamento em rápido	6.1
G01	*	?	*	Interpolação linear	6.2
G02	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à direita	6.3 / 6.7
G03	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à esquerda	6.3 / 6.7
G04				Temporização/Detenção da preparação de blocos	7.1 / 7.2
G05	*	?	*	Arredondamento de aresta	7.3.2
G06			*	Centro de circunferência em coordenadas absolutas	6.4
G07	*	?		Aresta viva	7.3.1
G08			*	Circunferência tangente à trajetória anterior.	6.5
G09			*	Circunferência por três pontos	6.6
G10	*	*		Anulação de espelhamento	7.5
G11	*		*	Espelhamento em X	7.5
G12	*		*	Espelhamento em Y	7.5
G13	*		*	Espelhamento em Z	7.5
G14	*		*	Espelhamento nas direções programadas	7.5
G15	*		*	Seleção do eixo longitudinal	8.2
G16	*		*	Seleção plano principal por dois direções e eixo longitudinal	3.2
G17	*	?	*	Plano principal X-Y e longitudinal Z	3.2
G18	*	?	*	Plano principal Z-X e longitudinal Y	3.2
G19	*		*	Plano principal Y-Z e longitudinal X	3.2
G20				Definição limites inferiores zonas de trabalho	3.7.1
G21				Definição limites superiores zonas de trabalho	3.7.1
G22			*	Habilitação / inabilitação zonas de trabalho	3.7.2
G28	*		*	Seleciona o segundo spindle	5.4
G29	*	*		Seleciona a árvore principal	5.4
G28-29			*	Comutação de eixos	7.9
G30	*		*	Sincronização de árvores principais (defasagem)	5.5
G32	*		*	Avanço F como função inversa do tempo	6.15
G33	*		*	Rosqueamento eletrónico	6.12
G34				Rosqueamento de passo variável	6.13
G36			*	Arredondamento de arestas	6.10
G37			*	Entrada tangencial	6.8
G38			*	Saída tangencial	6.9
G39			*	Chanfrado	6.11
G40	*	*		Anulação de compensação radial	8.1
G41	*		*	Compensação radial ferramenta à esquerda	8.1
G41 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G42	*		*	Compensação radial ferramenta à direita	8.1
G42 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G43	*	?	*	Compensação longitudinal	8.2
G44	*	?		Anulação de compensação longitudinal	8.2
G45	*		*	Controle tangencial (G45)	6.16
G47			*	Deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta	15.2
G48	*		*	Transformação TCP	15.3
G49	*		*	Definição de plano inclinado	15.1

Função	M	D	V	Significado	Seção
G50	*		*	Arredondamento de aresta controlada	7.3.3
G51	*		*	Look-Ahead	7.4
G52			*	Movimento contra batente	6.14
G53			*	Programação com respeito ao zero máquina	4.3
G54	*		*	Deslocamento de origem absoluto 1	4.4.2
G55	*		*	Deslocamento de origem absoluto 2	4.4.2
G56	*		*	Deslocamento de origem absoluto 3	4.4.2
G57	*		*	Deslocamento de origem absoluto 4	4.4.2
G58	*		*	Deslocamento de origem aditivo 1	4.4.2
G59	*		*	Deslocamento de origem aditivo 2	4.4.2
G60			*	Usinagem multíplice em linha reta	10.1
G61			*	Usinagem multíplice formando um paralelogramo	10.2
G62			*	Usinagem multíplice em malha	10.3
G63			*	Usinagem multíplice formando uma circunferência	10.4
G64			*	Usinagem multíplice formando um arco	10.5
G65			*	Usinagem multíplice mediante uma corda de arco	10.6
G66			*	Ciclo fixo de bolsões com Ilhas	11.1 / 11.2
G67			*	Operação de desbaste de bolsões com Ilhas	11.1.2
G68			*	Operação de acabamento de bolsões com Ilhas	11.1.3
G69	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável	9.6
G70	*	?	*	Programação em polegadas	3.3
G71	*	?		Programação em milímetros	3.3
G72	*		*	Fator de escala geral e particulares	7.6
G73	*		*	Rotação do sistema de coordenadas	7.7
G74			*	Busca de referência de máquina.	4.2
G75			*	Movimento com apalpador até tocar	12.1
G76			*	Movimento com apalpador até deixar de tocar	12.1
G77	*		*	Acoplamento eletrônico de eixos	7.8.1
G77S	*		*	Sincronização de árvores principais	5.5
G78	*	*		Anulação do acoplamento eletrônico	7.8.2
G78S	*	*		Anulação da sincronização de árvores principais	5.5
G79				Modificação de parâmetros de um ciclo fixo	9.2.1
G80	*	*		Anulação de ciclo fixo	9.3
G81	*		*	Ciclo fixo de furação	9.7
G82	*		*	Ciclo fixo de furação com temporização	9.8
G83	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante	9.9
G84	*		*	Ciclo fixo de rosqueamento com macho	9.10
G85	*		*	Ciclo fixo de escareado	9.11
G86	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G00	9.12
G87	*		*	Ciclo fixo do bolsão retangular	9.13
G88	*		*	Ciclo fixo do bolsão circular	9.14
G89	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G01	9.15
G90	*	?		Programação absoluta	3.4
G91	*	?	*	Programação incremental	3.4
G92				Pré-seleção de cotas / Limitação da velocidade do spindle	4.4.1
G93				Pré-seleção da origem polar	4.5
G94	*	?		Avanço em milímetros (polegadas) por minuto	5.2.1
G95	*	?	*	Avanço em milímetros (polegadas) por rotação	5.2.2
G96	*		*	Velocidade do ponto de corte constante	5.2.3
G97	*	*		Velocidade do centro da ferramenta constante.	5.2.4
G98	*	*		Volta plano de partida no final do ciclo fixo	9.5
G99	*		*	Volta plano de referência no final do ciclo fixo	9.5
G145	*		*	Desativação temporal do controle tangencial	6.17

Função	M	D	V	Significado	Seção
G159	*			Deslocamentos de origem absolutos	4.4
G210	*		*	Ciclo fixo de fresagem de furação	9.16
G211	*		*	Ciclo fixo de fresagem de rosca interior.	9.17
G212	*		*	Ciclo fixo de fresagem de rosca exterior.	9.18

A M significa MODAL, isto é, que uma vez programada, a função G permanece ativa enquanto não se programe outra G incompatível, ou se execute M02, M30, EMERGÊNCIA, RESET ou se desligue e ligue o CNC.

A letra D significa "padrão", isto é, que serão assumidas pelo CNC no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Nos casos que se indica com ? se deve interpretar que o "padrão" destas funciones G, depende da personalização dos parâmetros de máquina gerais do CNC.

A letra V significa que a função G se visualiza, nos modos de execução e simulação, junto à condições na que se está realizando a usinagem.

5.2 Velocidade de avanço F

A velocidade de avanço de usinagem pode ser selecionada por programa, mantendo-se ativa enquanto não se programe outra. Se representa com a letra F e conforme se esteja trabalhando no G94 ou G95 se programará em mm/minuto (polegadas/minuto) ou em mm/revolução (polegadas/revolução).

O seu formato de programação é 5.5, isto é, 5.4 se se programa em milímetros e 4.5 se se programa em polegadas.

O avanço de trabalho máximo da máquina, que será limitado em cada eixo pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED", pode ser programado utilizando o código F0 ou então atribuindo a F o valor correspondente.

O avanço F programado é efetivo quando se trabalha em interpolação linear (G01) ou circular (G02, G03). Se não se programa a função F, o CNC assumirá o avanço F0. Quando se trabalha em posicionamento (G00), a máquina se moverá com o avanço rápido indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED", independente, do F programado.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 255% desde o PLC ou por via DNC ou então entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC.

Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

Quando se trabalha em posicionamento (G00) o avanço rápido estará fixado a 100% ou se permitirá que haja variação entre 0% e 100% conforme estiver personalizado o parâmetro de máquina "RAPIDOVR".

Quando se executam as funções G33 (rosca eletrónica), G34 (rosca de passo variável) ou G84 (ciclo fixo de rosqueamento com macho), não se permite modificar o avanço, trabalhando a 100% da F programada.

5.2.1 Avanço em mm/minuto ou polegadas/minuto (G94)

A partir do momento em que se programa o código G94, o controle entende que os avanços programados mediante F5.5, são em mm/minuto ou polegadas/minuto.

Se o deslocamento corresponde a um eixo rotativo, o CNC interpretará que o avanço se encontra programado em graus/minuto.

Quando se realiza uma interpolação entre um eixo rotativo e um eixo linear, o avanço programado será obtido em mm/minuto ou polegadas/minuto e o deslocamento do eixo rotativo, que se programou em graus, se considerará que se encontra programado em milímetros ou polegadas.

A relação entre a componente de avanço do eixo e o avanço F programado será a mesma que existe entre o deslocamento do eixo e o deslocamento resultante programado.

$$\text{Componente de avanço} = \frac{\text{Avanço F x Deslocamento do eixo}}{\text{Deslocamento resultante programado}}$$

Exemplo:

Numa máquina que tem os eixos X Y lineares e o eixo C rotativo, situados todos eles no ponto X0 Y0 C0, se programa o seguinte deslocamento:

```
G1 G90 X100 Y20 C270 F10000
```

Se tem:

$$Fx = \frac{F \cdot \Delta x}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 100}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 3464,7946$$

$$Fy = \frac{F \cdot \Delta y}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 20}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 692,9589$$

$$Fc = \frac{F \cdot \Delta c}{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta c)^2}} = \frac{10000 \times 270}{\sqrt{100^2 + 20^2 + 270^2}} = 9354,9455$$

A função G94 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G95.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá a função G94 ou G95 conforme se tenha personalizado o parâmetro de máquina geral "IFEED".

5.2.2 Avanço em mm/revolução ou polegadas/revolução (G95)

A partir do momento em que se programa o código G95, o controle entende que os avanços programados mediante F5.5, são em mm/revolução ou polegadas/revolução.

Esta função não afeta os deslocamentos rápidos (G00) que sempre serão realizados em mm/minuto ou polegadas/minuto. Também não será aplicado aos deslocamentos que se efetuem em modo manual, inspeção de ferramenta, etc.

A função G95 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G94.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá a função G94 ou G95 conforme se tenha personalizado o parâmetro de máquina geral "IFEED".

5.2.3 Velocidade de avanço superficial constante (G96)

Quando se programa G96 o CNC entende que o avanço F5.5 programado corresponde ao avanço do ponto de corte da ferramenta com a peça.

Com esta função se consegue que a superfície de acabamento nos trechos curvos, seja uniforme.

Deste modo, trabalhando com a função G96, a velocidade do centro da ferramenta nas curvas interiores ou exteriores variará, para que se mantenha constante a do ponto de corte.

A função G96 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G97.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G97.

5.2.4 Velocidade de avanço do centro da ferramenta constante (G97)

Quando se programa G97 o CNC entende que o avanço F5.5 programado corresponde ao avanço da trajetória do centro da ferramenta.

Trabalhando com a função G97, a velocidade do ponto de corte em curvas interiores aumentará, e nas curvas exteriores diminuirá, mantendo-se constante a do centro da ferramenta.

A função G97 é modal, isto é, depois de programada se mantém ativa até que se programe G96.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G97.

5.3 Velocidade de rotação do spindle (S)

Mediante o código S5.4 se programa diretamente a velocidade de rotação do spindle em revoluções por minuto.

O valor máximo vem limitado pelos parâmetros de máquina do spindle "MAXGEAR1, MAXGEAR2, MAXGEAR3 e MAXGEAR4", dependendo em cada caso da gama de árvore selecionada.

Também é possível limitar este valor máximo por programa, utilizando a função G92 S5.4.

A velocidade de rotação S programada pode ser variada desde o PLC, ou por via DNC, ou então, mediante as teclas de SPINDLE "+" e "-" do Painel de Comando do CNC.

Esta variação de velocidade se realizará entre os valores máximo e mínimo, fixados pelos parâmetros de máquina do spindle "MINSOVR" e "MAXSOVR".

O passo incremental associado às teclas de SPINDLE "+" e "-" do Painel de Comando do CNC para variar o S programado, estará fixado pelo parâmetro de máquina do spindle "SOVRSTEP".

Quando se executam as funções G33 (rosca eletrónica), G34 (rosca de passo variável) ou G84 (ciclo fixo de rosqueamento com macho), não se permite modificar a velocidade programada, trabalhando a 100% da S programada.

5.4 Seleção de spindle (G28-G29)

O CNC permite possuir 2 árvores, árvore principal e segundo spindle. Ambas as árvores podem ser operativas ao mesmo tempo, mas somente se poderá ter o controle sobre uma delas.

A referida seleção se faz mediante as funções G28 e G29.

G28: Seleciona o segundo spindle

G29: Seleciona a árvore principal

Depois de selecionado o spindle desejado poder-se-á atuar sobre ele mesmo desde o teclado do CNC ou mediante as funções:

M3, M4, M5, M19

S****

G33, G34, G94, G95, G96, G97

Ambas as árvores podem trabalhar o laço aberto ou laço fechado.

As funções G28 e G29 são modais e incompatíveis entre si.

As funções G28 e G29 devem programar-se sós num bloco, não podendo existir mais informação no referido bloco.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G29 (seleciona o spindle Principal).

Exemplo de manipulação quando se trabalha com 2 árvores.

Ao ligar o CNC, assume a função G29, seleciona a árvore Principal.

Todos as ações efetuadas sobre as teclas e funções associadas à árvore se aplicam à árvore principal.

Exemplo: S1000 M3

O spindle principal a direta e a 1000 rpm.

Para selecionar a segunda árvore se deve executar a função G28.

A partir deste momento, todas as ações efetuadas sobre as teclas e funções associadas à árvore principal se aplicam ao segundo spindle.

O spindle principal mantém no seu estado anterior.

Exemplo: S1500 M4

Segundo Eixo-Árvore à esquerda e a 1500 rpm.

o spindle principal continúa à direita e a 1000 rpm.

Para voltar a seleccionar o spindle principal se deve executar a função G29.

A partir deste momento, todas as ações efetuadas sobre as teclas e funções associadas à árvore principal se aplicam à árvore principal.

O spindle principal mantém no seu estado anterior.

Exemplo: S2000

O spindle principal mantém o sentido de rotação para a direta, mas a 2000 rpm.

Segundo Eixo-Árvore continua à esquerda e a 1500 rpm.

5.5 Sincronização de árvores principais (G30, G77S, G78S)

A função G77S permite sincronizar as árvores (principal e segunda) em velocidade, e a função G78S anular a sincronização. Programar sempre G77S e G78S já que as funções G77, G78 são para acoplamento e desacoplamento de eixos.

Quando estão as árvores sincronizadas em velocidade, a segunda árvore roda à mesma velocidade que a principal.

A função G77S pode executar-se em qualquer momento, laço aberto (M3, M4) ou laço fechado (M19), inclusive as árvores podem ter gamas diferentes.

A saída geral "SYNSPEED (M5560)" estará a nível alto sempre que as árvores estejam sincronizadas (mesma velocidade).

Quando se anula a sincronização (G78S) a segunda árvore recupera a velocidade e estado prévios (M3, M4, M5, M19) e a árvore principal continua no estado atual.

Se durante a sincronização se programa um S superior à máxima permitida, o CNC aplica a máxima permitida em sincronização. Quando se anula a sincronização, já não existe limite e a árvore principal aceitará a velocidade programada.

Estando as árvores sincronizadas em velocidade, função G77S ativa, a função G30 permite sincronizar as árvores em posição e fixar uma defasagem entre eles, de forma que a segunda árvore deve seguir o spindle principal mantendo a referida defasagem.

Formato de programação: G30 D ±359.9999 (defasagem em graus)

Por exemplo, com G30 D90 a segunda árvore rodará retrasada 90º em relação à principal.

Considerações:

Antes de ativar a sincronização se deve procurar o ponto de referência Io de ambas as árvores.

Para sincronizar as árvores na posição (G30), primeiro devem estar sincronizadas na velocidade (G77S).

Para sincronizar dois spindles principais, devem estar ativas os sinais SERVOSON e SERVOSO2. Estando ativa a sincronização das árvores se considerará somente os sinais do spindle principal, PLCCNTL, SPDLINH, SPDLREV, etc. Da mesma maneira, se deseja efetuar um rosqueamento, somente se levará em consideração a contagem e o sinal Io do principal.

Estando ativa a sincronização das árvores permite-se:

- Executar as funções G94, G95, G96, G97, M3, M4, M5, M19 S***.
- Mudar a velocidade de rotação do spindle, desde CNC, PLC o CNC (S).
- Mudar o override do spindle, desde DNC, PLC, CNC ou teclado.
- Mudar o limite da velocidade do spindle, desde DNC, PLC o CNC (G92 S).

Da mesma maneira, não se permite:

- Comutar árvores G28, G29.
- Efectuar cambios de gama M41, M42, M43, M44.

5.6 Número da ferramenta (T) e corretor (D)

A função T permite selecionar a ferramenta e a função D permite selecionar o corretor associado à mesma. Quando são definidos os dois parâmetros, a ordem de programação é T D. Por exemplo T6 D17.

Magazine?
NÃO
SIM
Seleciona a ferramenta.

Se a máquina possui magazine de ferramentas o CNC consulta a "Tabela do magazine de ferramentas" para conhecer a posição que ocupa a ferramenta desejada e a seleciona.

¿D?
SIM
NÃO
O CNC pega o D associado ao T na tabela de ferramentas

Se não se definiu a função D, consulta a "Tabela de Ferramentas" para conhecer o número de corretor (D) associado à mesma.

O CNC pega as dimensões definidas para D na tabela de corretores

Examina a "Tabela de Corretores" e assume as dimensões da ferramenta correspondentes ao corretor D.

Para acessar, consultar e definir estas tabelas consultar o manual de operação.

Utilização das funções T e D

- As funções T e D podem programar-se sozinhas ou juntas, tal e como se indica neste exemplo:

T5 D18	Seleciona a ferramenta 5 e assume as dimensões do corretor 18.
D22	Continua selecionada a ferramenta 5 e se aceitam as dimensões do corretor 22.
T3	Seleciona a ferramenta 3 e assume as dimensões do corretor associado á referida ferramenta.

- Quando se possui um magazine em que uma mesma posição pode ser utilizada por mais de uma ferramenta, se deve:

  Utilizar a função "T" para fazer referência à posição do magazine e a função "D" às dimensões da ferramenta que está colocada na referida posição.

  Assim, por exemplo, o programar T5 D23 significa que se deseja selecionar a ferramenta que está na posição 5 e que o CNC deve levar em consideração as dimensões indicadas nas tabelas para o corretor 23.

Compensação longitudinal e compensação do raio da ferramenta.

O CNC examina a "Tabela de Corretores" e assume as dimensões da ferramenta correspondentes ao corretor D ativo.

As funções G40, G41, G42 permitem ativar e desativar a compensação radial.

As funções G43, G44, G42 permitem ativar e desativar a compensação longitudinal.

Se não existe nenhuma ferramenta selecionada ou se define D0 não se aplica nem compensação longitudinal nem compensação radial.

Para possuir mais informação consultar o capítulo 8 "Compensação de ferramentas" deste mesmo manual.

5.7 Função auxiliar (M)

As funções auxiliares se programam mediante o código M4, permitindo-se programar até 7 funções auxiliares num mesmo bloco.

Quando num bloco foi programado mais de uma função auxiliar, o CNC as executa, correlativamente, na ordem que foram programadas.

O CNC possui uma tabela de funções M com "NMISCFUN" (parâmetro de máquina geral) componentes, especificando-se por cada elemento:

- O número (0-9999) da função auxiliar M definida.
- O número da sub-rotina que se deseja associar à referida função auxiliar.
- Um indicador que determina se a função M se efetua antes ou depois do movimento do bloco no qual está programada.
- Um indicador que determina se a execução da função M detém ou não a preparação dos blocos.
- Um indicador que determina se a função M se efetua ou não, depois da execução da sub-rotina associada.
- Um indicador que determina se o CNC deve ou não esperar o sinal AUX END (sinal de M executada, proveniente do PLC), para continuar a execução do programa.

Se ao executar uma função auxiliar M, esta não se encontra definida na tabela de funções M, a função programada se executará no inicio do bloco e o CNC esperará o sinal AUX END para continuar a execução do programa.

Algumas das funções auxiliares têm atribuídas um significado interno no CNC.

Se ao executar-se a sub-rotina associada de uma função auxiliar "M", existir um bloco que contenha o mesmo "M", este será executado, mas não a sub-rotina associada.

Todas as funções auxiliares "M" que tenham sub-rotina associada, deverão programar-se sozinhas num bloco.
No caso das funções M41 até M44 com sub-rotina associada, o S que gera a mudança de gama se deve programar sozinho no bloco. Em caso contrário o CNC mostrará o erro 1031.

5.7.1 M00. Parada de programa

Quando o CNC lê num bloco o código M00, interrompe o programa. Para renovar o mesmo, tem que dar novamente a ordem START.

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

5.7.2 M01. Parada condicional de programa

Idêntica à M00, a não ser que o CNC só a leve em consideração se o sinal M01 STOP proveniente do PLC se encontre ativo (nível lógico alto).

5.7.3 M02. Final de programa

Este código indica o final de programa e realiza uma função de "Reset geral" do CNC (Colocação em condições iniciais). Também exerce a função de M05.

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

5.7.4 M30. Final de programa com volta no começo

Idêntica à M02 a não ser que o CNC volte ao primeiro bloco do programa.

5.7.5 M03, M4, M5. Partida e parada do eixo-árvore

M03. Arranque da árvore à direita (sentido horário)

Este código significa arranque da árvore à direita. Como se explica na seção correspondente, o CNC executa, de maneira automática, este código nos ciclos fixos de usinagem.

Quando se deseja personalizar esta função na tabela de funções M, se recomenda que se faça de forma que se execute no começo do bloco no qual está programada.

M04. Arranque da árvore à esquerda (sentido anti-horário)

Este código indica arranque da árvore à esquerda. É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no começo do bloco no qual está programada.

M05. Parada de spindle

É recomendado personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute no final do bloco no qual está programada.

Execução de M03, M04 e M05 através de marcas de PLC.

As funções auxiliares M03, M04 e M05 podem ser executadas através das seguintes marcas do PLC:

- Primeiro spindle: PLCM3 (M5070), PLCM4 (M5071) e PLCM5 (M5072).
- Segundo spindle: PLCM3SP2 (M5073), PLCM4SP2 (M5074) e PLCM5SP2 (M5075).

- Spindle auxiliar: PLCM45 (M5076) para parar o eixo-árvore auxiliar e PLCM45S (M5077) para pôr em funcionamento o eixo-arvore auxiliar.

O PLC ativa as marcas para indicar ao CNC que deve executar a função M correspondente no spindle indicado.

Se o referido spindle não é neste momento o spindle principal, a função M é alterada na história da execução, a marca de PLC DM3/4/5 correspondente é ativada e a transferência com o PLC é executada (o número de M é escrito no registro MBCD1 (R550), é ativado o sinal MSTROBE, é aguardado que suba o sinal AUXEND e é desativado o sinal MSTROBE; no caso da função M estar personalizada para não aguardar a AUXEND na tabela de funções M, é aguardado que transcorra o tempo definido através de MINAENDW e é desativado MSTROBE).

No caso de que se atue sobre o spindle secundário, será executada a mesma manobra, porém ativando previamente a marca S2MAIN (M5536) e desativando-a no final. Esta manobra é feita automaticamente, ou seja, não é preciso programá-la no PLC.

Ainda que a função M3, M4 ou M5 possua uma sub-rotina associada na tabela de funções M, a citada sub-rotina não será executada quando se executa com as marcas de PLC.

Ao executar M3, M4 ou M5 através das marcas de PLC, não se remove do PLC a troca de gama que poderia implicar em um novo S, embora a troca de gama seja automática.

Se o CNC foi posto em funcionamento e entretanto não existe nenhuma gama ativa, porque não se executou nenhuma M3 ou M4 no canal principal, o CNC dará erro embora esteja configurado como AUTOGEAR.

O CNC admitirá as funções M a partir do PLC sempre que não esteja em situação de erro ou com LOPEN (M5506) em nível lógico alto, independentemente de existir ou não execução ativa em manual ou automático. Se a execução da função M é realizada durante uma inspeção de ferramenta e muda o sentido de giro do spindle, a mudança será identificada na substituição e será oferecida a opção de mudá-la de volta.

Se no momento em que se ativam as marcas M3, M4 ou M5 pelo PLC, o canal principal está realizando uma transferência ao PLC, o PLC mantém ativa a marca até que o CNC possa atendê-la. Uma vez executada a função M, o CNC desativa a marca.

Nos seguintes casos, o CNC ignora estas marcas do PLC, e apaga a marca para que a solicitação não permaneça pendente:

- Quando o spindle está executando um rosqueamento em rosqueamento eletrônico (G33).
- Quando está realizando um rosqueamento rígido ou rosqueamento com macho de rosquear.
- Quando o CNC está em situação de erro ou com LOPEN (M5506) em nível lógico alto.

Se forem ativadas ao mesmo tempo várias marcas de diferentes spindless, será seguida a seguinte ordem: primeiro o primeiro spindle, depois o segundo spindle e por último o spindle auxiliar.

Se chegarem ao mesmo tempo marcas contraditórias, nenhuma será considerada. Se várias marcas chegarem ao mesmo tempo e entre elas existir uma de parada (PLCM5 / PLCM45) somente esta será considerada, e o restante não será nem considerado nem memorizado.

Se o spindle possuir M19TYPE=1, busca-se o zero do spindle com a primeira M3 ou M4 depois da partida, sempre que se execute esta função M em modo manual ou automático. Se a função M é executada através de uma das marcas de PLC, não se fará a busca do zero do spindle.

Se as marcas de PLC são ativadas durante a busca de IO no spindle, a ordem do PLC permanece em espera até que a busca seja concluída. Se a busca de IO está associada à primeira M3 ou M4 depois da partida, a ordem do PLC permanece à espera de que a busca de IO seja concluída.

Se existirem spindless sincronizados, atua-se sobre a instrução do spindle principal e do secundário ao mesmo tempo.

Durante a execução da função M pode-se abortar o processo desativando a marca de PLC que o iniciou.

Nota:

A marca PLCM5 é utilizada para gerenciar a manobra de segurança com portas abertas definida pela Fagor Automation.

5.7.6 M06. Código de mudança de ferramenta

Se o parâmetro de máquina geral "TOFFM06" (indicativo de centro de usinagem) se encontra ativo, o CNC monitorará o trocador de ferramentas e atualizará a tabela correspondente ao magazine de ferramentas.

Se recomenda personalizar esta função na tabela de funções M, de forma que se execute a sub-rotina correspondente ao trocador de ferramentas instalado na máquina.

5.7.7 M19. Parada orientada de spindle

O CNC permite trabalhar com o spindle em laço aberto (M3, M4) e com o spindle em laço fechado (M19).

Para poder trabalhar em laço fechado é necessário possuir um medidor rotativo (encóder) acoplado ao spindle da máquina.

Quando se deseja passar de laço aberto a laço fechado, se deve executar a função M19 ou M19 S±5.5. O CNC atuará da seguinte maneira:

- Se o spindle possui micro de referência, efetua a busca do micro de referência de máquina com a velocidade de rotação no parâmetro de máquina da árvore "REFEED1".

  A seguir, efetua a busca do sinal de Io do sistema de medição, com a velocidade de rotação indicada no parâmetro de máquina do spindle "REFEED2".

  E por último se posiciona no ponto definido mediante S±5.5.
- Se a árvore não possui micro de referência, efetua a busca do sinal de Io do sistema de medição, com a velocidade de rotação indicada no parâmetro de máquina da árvore "REFEED2".

  E a seguir, se posiciona no ponto definido mediante S±5.5.

Quando se executa somente a função auxiliar M19 a árvore se posiciona na posição I0.

Para orientar o spindle em outra posição se deve executar a função M19 S±5.5, o CNC não efetuará a busca de referência, pois já está no laço fechado, e posicionará o spindle na posição indicada (S±5.5).

O código S±5.5 indica a posição de parada do spindle, em graus, a partir do pulso zero máquina, procedente do codificador.

O sinal indica o sentido da contagem e o valor 5.5 sempre se interpreta em cotas absolutas, independentemente, do tipo de unidades que se encontram selecionadas.

Exemplo:

S1000 M3

spindle em laço aberto.

M19 S100

O spindle passa a laço fechado. Busca de referência e posicionamento em 100º.

M19 S -30

O spindle se desloca, passando por 0º até -30º.

M19 S400

O spindle dá 1 volta e se posiciona em 40º.

Durante o processo de M19 aparecerá na tela o aviso: "M19 em execução"

5.7.8 M41, M42, M43, M44. Troca de gamas do spindle

O CNC possui 4 gamas de spindle, M41, M42, M43 e M44, com as suas velocidades máximas respectivas limitadas pelos parâmetros de máquina do spindle "MAXGEAR1", "MAXGEAR2", "MAXGEAR3" e "MAXGEAR4".

Quando se seleciona por meio do parâmetro de máquina da árvore "AUTOGEAR", que a mudança seja realizada de maneira automática, será o CNC quem governa as funções M41, M42, M43 e M44.

Se pelo contrário não se seleciona a mudança de gamas automático, será o programador o que deva escolher a gama correspondente, levando em consideração que cada gama proporcionará a instrução definida pelo parâmetro de máquina da árvore "MAXVOLT" para a velocidade máxima especificada em cada gama (parâmetros de máquina da árvore "MAXGEAR1", "MAXGEAR2", "MAXGEAR3" e "MAXGEAR4").

Independentemente, de que a mudança de gama seja automática ou não, as funções M41 até M44 podem ter sub-rotina associada. Quando se programa a função M41 até M44 e posteriormente se programa um S que corresponde à referida gama, não se gera a mudança automática de gama e não se executa a sub-rotina associada.

5.7.9 M45. Árvore auxiliar / Ferramenta motorizada

Para poder utilizar esta função auxiliar é necessário personalizar um dos eixos da máquina como Árvore auxiliar/ferramenta motorizada (parâmetro de máquina geral P0 até P7).

Quando se deseja utilizar a árvore auxiliar ou a ferramenta motorizada se deve executar o comando M45 S±5.5, onde o S indica a velocidade de rotação em R.P.M e o sinal o sentido de rotação que se deseja aplicar.

O CNC proporcionará a instrução correspondente à velocidade de rotação selecionada em função do valor atribuído ao parâmetro de máquina da árvore auxiliar "MAXSPEED".

Para deter a rotação da árvore auxiliar se deve programar M45 ou M45 S0.

Sempre que a árvore auxiliar ou a ferramenta motorizada se encontre ativa, se informará ao PLC ativando a saída lógica geral "DM45" (M5548).

Além disso, é permitido personalizar o parâmetro de máquina da árvore auxiliar "SPDLOVR" para que as teclas de Ultrapassagem do Painel de Comandos possam modificar a velocidade de rotação da árvore auxiliar, quando se encontra ativo.

CONTROLE DA TRAJETÓRIA

6

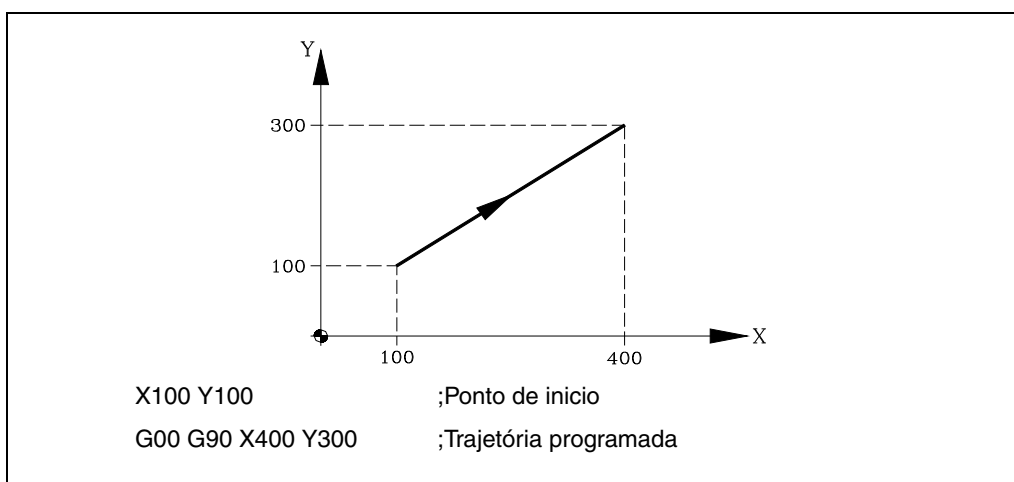
O CNC permite programar deslocamentos de um só eixo ou de vários ao mesmo tempo.

Se programarão somente os eixos que intervêm no deslocamento desejado, sendo a ordem de programação dos eixos o seguinte:

X, Y, Z, U, V, W, A, B, C

6.1 Posicionamento em rápido (G00)

Os deslocamentos programados depois de G00 se executam com o avanço rápido indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED".

Independentemente do número de eixos que se movem, a trajetória resultante é sempre uma linha reta entre o ponto inicial e o ponto final.

Mediante o parâmetro de máquina geral "RAPIDOVR", se pode estabelecer se o comutador % de avanço, quando se trabalhe em G00, atua de 0% a 100%, ou fica fixado em 100%.

Ao programar a função G00, não se anula a última F programada, isto é, quando se programa novamente G01, G02 ou G03 se recuperará a referida F.

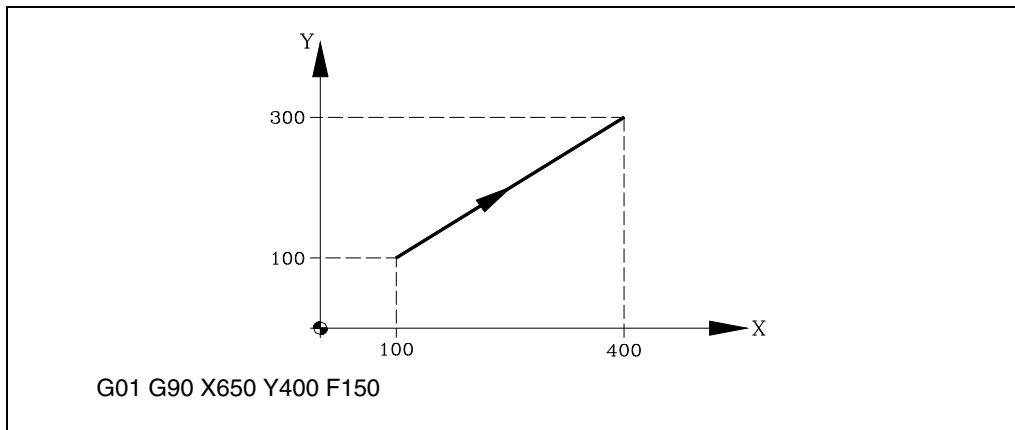
A função G00 é modal e incompatível com G01, G02, G03, G33, G34 e G75. A função G00 pode programar-se com G ou G0.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

6.2 Interpolação linear (G01)

Los deslocamentos programados depois de G01 se executam conforme uma linha reta e ao avanço F programado.

Quando se movem dois ou três eixos de maneira simultânea a trajetória resultante é uma linha reta entre o ponto inicial e o ponto final.

A máquina se desloca conforme a referida trajetória ao avanço F programado. O CNC calcula os avanços de cada eixo para que a trajetória resultante seja a F programada.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC, ou então se seleciona entre 0% e 255% desde o PLC, por via DNC ou por programa.

Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

O CNC permite programar eixos de posicionamento, somente, em blocos de interpolação linear. O CNC calculará o avanço correspondente ao eixo ou eixos de posicionamento, somente, de maneira que cheguem ao ponto final, ao mesmo tempo que os outros eixos.

A função G00 é modal e incompatível com G00, G02, G03, G33 e G34. A função G01 pode programar-se com G1.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

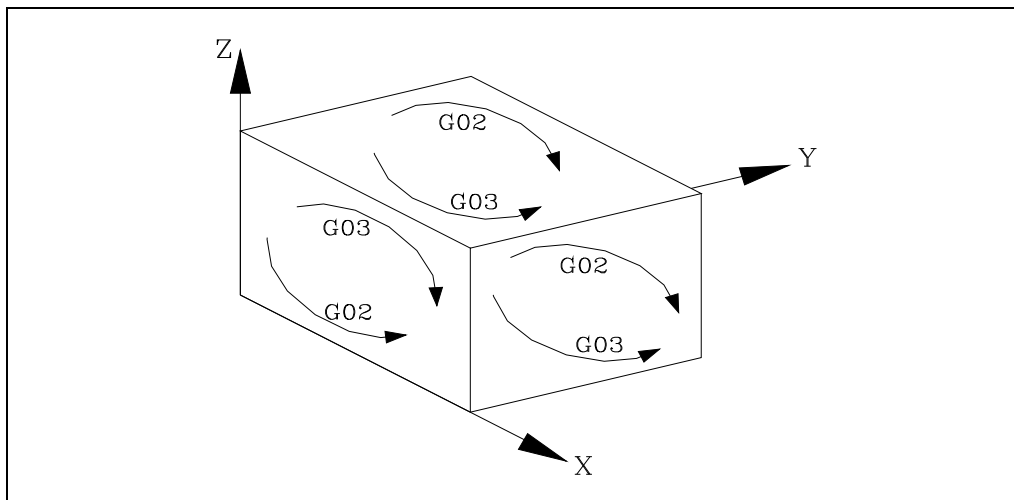
6.3 Interpolação circular (G02, G03)

Existem duas formas de realizar a interpolação circular:

G02: Interpolação circular à direita (sentido horário).

G03: Interpolação circular à esquerda (sentido anti-horário).

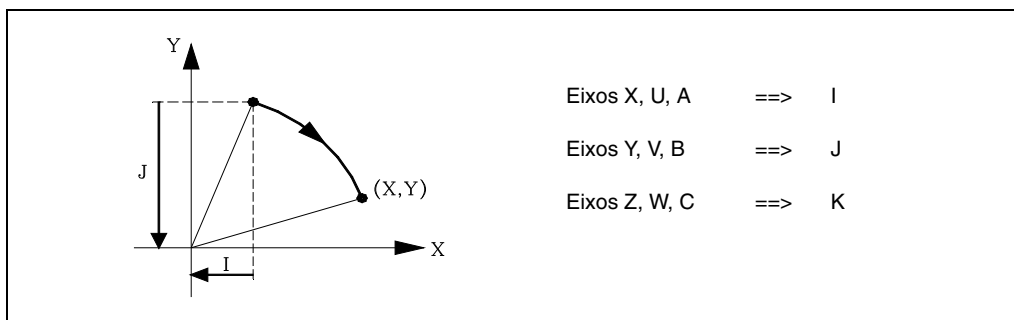
Os movimentos programados a seguir de G02 e G03 se executam em forma de trajetória circular e ao avanço F programado.

As definições de sentido horário (G02) e sentido anti-horário (G03) foram fixadas de acordo com o sistema de coordenadas que a seguir se representa.

Este sistema de coordenadas se refere ao movimento da ferramenta sobre a peça.

A interpolação circular somente se pode executar no plano. A forma de definir a interpolação circular é a seguinte:

Coordenadas cartesianas

Se definirão as coordenadas do ponto final do arco e a posição do centro com respeito ao ponto de partida, conforme os eixos do plano de trabalho.

As cotas do centro se definirão em raios e mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo. Se não se definem as cotas do centro, o CNC interpreta que o seu valor é zero.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	X±5.5	Y±5.5	I±6.5	J±6.5
Plano ZX:	G02(G03)	X±5.5	Z±5.5	I±6.5	K±6.5
Plano YZ:	G02(G03)	Y±5.5	Z±5.5	J±6.5	K±6.5

Independentemente do plano selecionado, se manterá sempre a ordem de programação dos eixos, assim como a das respectivas cotas do centro.

Plano AY:	G02(G03)	Y±5.5	A±5.5	J±6.5	I±6.5
Plano XU:	G02(G03)	X±5.5	U±5.5	I±6.5	I±6.5

Coordenadas polares

Será necessário definir o ângulo a ser percorrido Q e a distância desde o ponto de partida ao centro (opcional), conforme os eixos do plano de trabalho.

As cotas do centro se definirão mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

Eixos X, U, A	==>	I
Eixos Y, V, B	==>	J
Eixos Z, W, C	==>	K

Se não se define o centro do arco, o CNC interpretará que este coincide com a origem polar vigente.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	Q±5.5	I±6.5	J±6.5
Plano ZX:	G02(G03)	Q±5.5	I±6.5	K±6.5
Plano YZ:	G02(G03)	Q±5.5	J±6.5	K±6.5

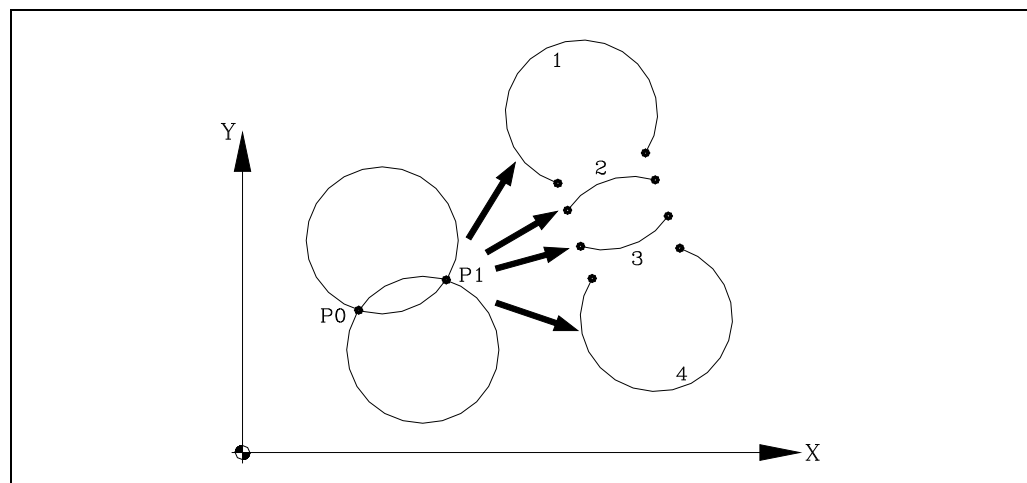
Coordenadas cartesianas com programação de raio

Se definirão as coordenadas do ponto final do arco e o raio R.

Formato de programação:

Plano XY:	G02(G03)	X±5.5	Y±5.5	R±6.5
Plano ZX:	G02(G03)	X±5.5	Z±5.5	R±6.5
Plano YZ:	G02(G03)	Y±5.5	Z±5.5	R±6.5

Se se programa uma circunferência completa, com a programação de raio, o CNC visualizará o erro correspondente, devido a existirem infinitas soluções.

Se o arco da circunferência é menor do que 180º, o raio se programará com sinal positivo e se é maior do que 180º o sinal do raio será negativo.

Sendo o P0 o ponto inicial e P1 o ponto final, com um mesmo valor de raio existem 4 arcos que passam por ambos os pontos.

Dependendo da interpolação circular G02 ou G03, e do sinal do raio, se definirá o arco que interesse. Desta maneira o formato de programação dos arcos da figura será o seguinte:

Arco 1	G02 X.. Y.. R- ..
Arco 2	G02 X.. Y.. R+..
Arco 3	G03 X.. Y.. R+..
Arco 4	G03 X.. Y.. R- ..

Execução da interpolação circular

O CNC calculará, conforme o arco da trajetória programada, o raio do ponto inicial e do ponto final. Mesmo que em teoria ambos os raios devem ser exatamente iguais, o CNC permite selecionar com o parâmetro de máquina geral "CIRINERR", a diferença máxima permissível entre ambos os raios. Se se supera este valor, o CNC mostrará o erro correspondente.

Em todos os casos de programação, o CNC comprova que as coordenadas do centro ou raio não ultrapassem 214748.3647mm. Do contrário, o CNC visualizará o erro correspondente.

O avanço F programado pode variar-se entre 0% e 120% mediante o comutador que se encontra no Painel de Comando do CNC, ou então se seleciona entre 0% e 255% desde o PLC, por via DNC ou por programa.

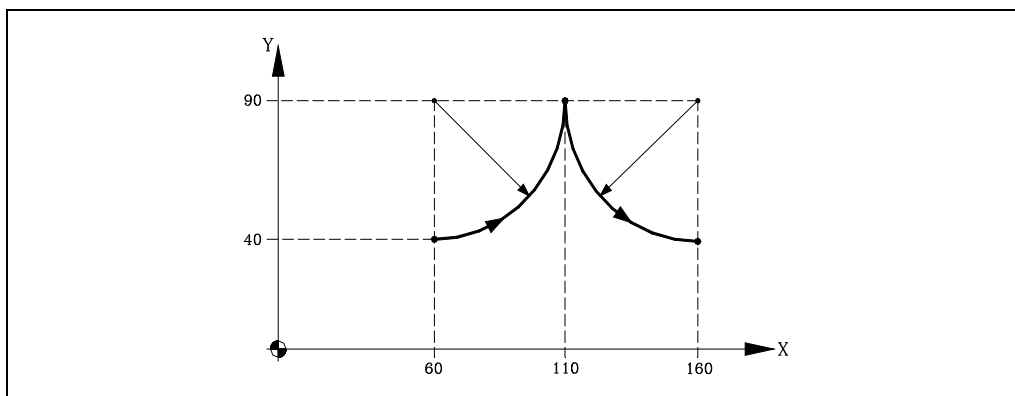
Entretanto, o CNC possui o parâmetro de máquina geral "MAXFOVR" para limitar a variação máxima do avanço.

Se ao estar selecionado o parâmetro de máquina geral "PORGMOVE", se programa uma interpolação circular G02 ou G03, o CNC assumirá o centro do arco como nova origem polar.

As funções G02 e G03 são modais e incompatíveis entre si e também com G00, G01, G33 e G34. As funções G02 e G03 podem ser programadas como G2 e G3.

Além disso, as funções G74 (busca de zero) e G75 (movimento com apalpador) anulam as funções G02 e G03.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Exemplos de programação

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X60 Y40.

Coordenadas cartesianas:

```
G90 G17 G03 X110 Y90 I0 J50
X160 Y40 I50 J0
```

Coordenadas polares:

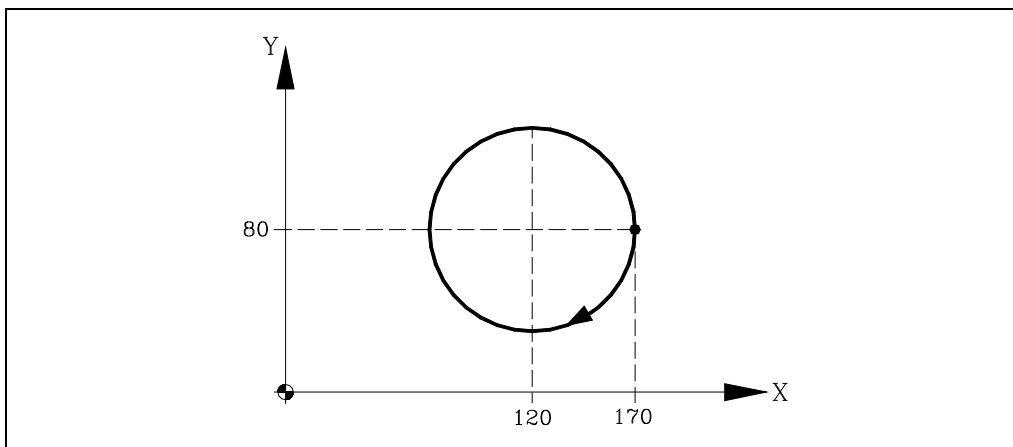
```
G90 G17 G03 Q0 I0 J50
Q-90 I50 J0
```

Ou:

```
G93 I60 J90                ; Define o centro polar
G03 Q0
G93 I160 J90               ; Define o novo centro polar
Q-90
```

Coordenadas cartesianas com programação de raio:

```
G90 G17 G03 X110 Y90 R50
X160 Y40 R50
```

Programação de uma circunferência (completa) num só bloco:

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X170 Y80.

Coordenadas cartesianas:

```
G90 G17 G02 X170 Y80 I-50 J0
```

Ou:

```
G90 G17 G02 I-50 J0
```

Coordenadas polares.

```
G90 G17 G02 Q36 0I-50 J0
```

Ou:

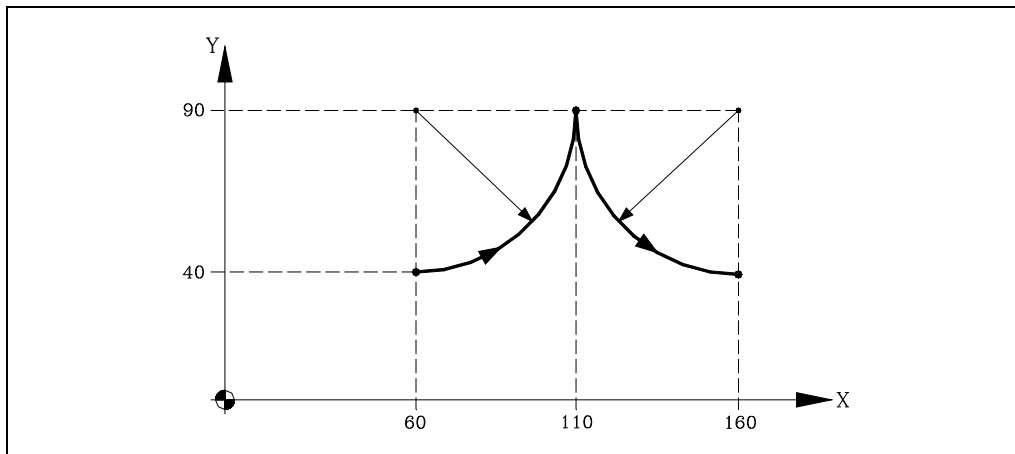
```
G93 I120 J80                ; Define o centro polar
G02 Q360
```

Coordenadas cartesianas com programação de raio:

Não se pode programar uma circunferência completa, devido que existem infinitas soluções.

6.4 Interpolação circular com centro do arco em coordenadas absolutas (G06)

Acrescentando a função G06 num bloco de interpolação circular, se pode programar as cotas do centro do arco (I, J ou K), em coordenadas absolutas, isto é, referente ao zero de origem e não ao começo do arco.

A função G06 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje indicar as cotas do centro do arco, em coordenadas absolutas. A função G01 pode programar-se com G6.

A seguir se analisam diversos modos de programação, sendo o ponto inicial X60 Y40.

Coordenadas cartesianas:

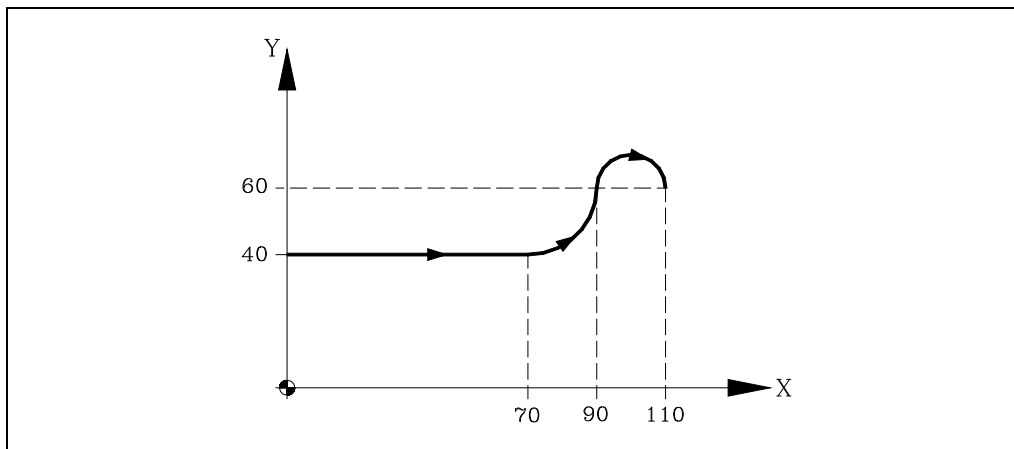
```
G90 G17 G06 G03 X110 Y90 I60 J90
G06 X160 Y40 I160 J90
```

Coordenadas polares:

```
G90 G17 G06 G03 Q0 I60 J90
G06 Q-90 I160 J90
```

6.5 Trajetória circular tangente à trajetória anterior (G08)

Por meio da função G08 se pode programar uma trajetória circular tangente à trajetória anterior sem necessidade de programar as cotas (I, J ou K) do centro.

Se definirão somente as coordenadas do ponto final do arco, tanto em coordenadas polares, como em coordenadas cartesianas conforme os eixos do plano de trabalho.

Supondo que o ponto de partida é X0 Y40, se deseja programar uma linha reta e em seguida um arco tangente á mesma e finalmente um arco tangente ao anterior.

```
G90 G01 X70
G08 X90 Y60          ; Arco tangente à trajetória anterior.
G08 X110 Y60         ; Arco tangente à trajetória anterior.
```

A função G08 não é modal e portanto, se deverá programar sempre que se deseje executar um arco tangente à trajetória anterior. A função G08 pode programar-se com G8.

A função G08 permite que a trajetória anterior seja uma reta ou um arco, e não altera a história do mesmo, continuando ativa a mesma função G01, G02 ou G03, depois de finalizar o bloco.

Utilizando a função G08, não é possível executar uma circunferência completa, devido que existem infinitas soluções. O CNC visualizará o código de erro correspondente.

6.6 Trajetória circular definida mediante três pontos (G09)

Por meio da função G09 se pode definir uma trajetória circular (arco), programando o ponto final e um ponto intermediário (o ponto inicial do arco é o ponto de partida do movimento). Isto é, em lugar de programar as coordenadas do centro, se programa qualquer ponto intermediário.

Se definirá o ponto final do arco em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e o ponto intermediário se definirá sempre em coordenadas cartesianas mediante as letras I, J ou K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

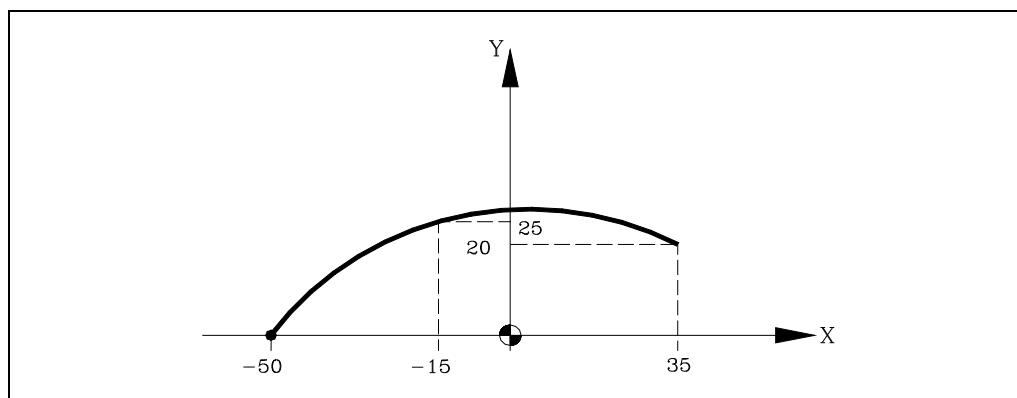
Eixos X, U, A	==>	I
Eixos Y, V, B	==>	J
Eixos Z, W, C	==>	K

Em coordenadas cartesianas:

G17	G09	X±5.5	Y±5.5	I±5.5	J±5.5

Em coordenadas polares:

G17	G09	R±5.5	Q±5.5	I±5.5	J±5.5

Exemplo:

Sendo o ponto inicial X-50 Y0.

```
G09 X35 Y20 I-15 J25
```

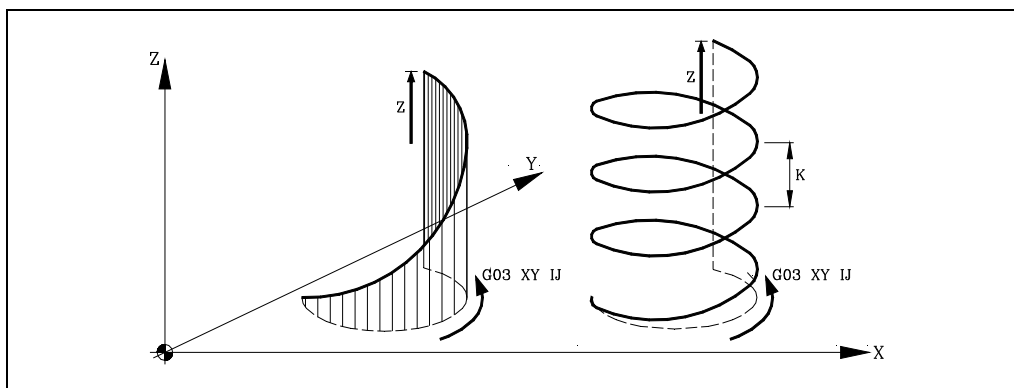
A função G09 não é modal, portanto, deverá programar-se sempre que se deseje executar uma trajetória circular definida por três pontos. A função G09 pode programar-se com G9.

Ao programar G09 não é necessário programar o sentido de deslocamento (G02 ou G03).

A função G09 não altera a história do programa, continuando ativa a mesma função G01, G02 ou G03, depois de finalizar o bloco.

Utilizando a função G09, não é possível executar uma circunferência completa, já que é necessário programar três pontos diferentes. O CNC visualizará o código de erro correspondente.

6.7 Interpolação helicoidal

A interpolação helicoidal consta de uma interpolação circular no plano de trabalho e do deslocamento do resto dos eixos programados.

A interpolação helicoidal se programa num bloco, devendo programar-se a interpolação circular mediante as funções G02, G03, G08 ou G09.

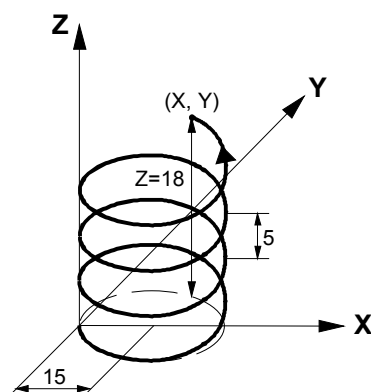
```
G02 X Y I J Z
G02 X Y R Z A
G03 Q I J A B
G08 X Y Z
G09 X Y I J Z
```

Se se deseja que a interpolação helicoidal efetue mais de uma volta, se deve programar a interpolação circular e o deslocamento linear de um único eixo.

Além disso, se deve definir o passo de hélice (formato 5.5) mediante as letras I, J, K, estando cada uma delas associada aos eixos do seguinte modo:

Eixos X, U, A	==>	I
Eixos Y, V, B	==>	J
Eixos Z, W, C	==>	K

```
G02 X Y I J Z K
G02 X Y R Z K
G03 Q I J A I
G08 X Y B J
G09 X Y I J Z K
```

Exemplo:

Programação duma interpolação helicoidal, sendo o ponto de partida X0 Y0 Z0.

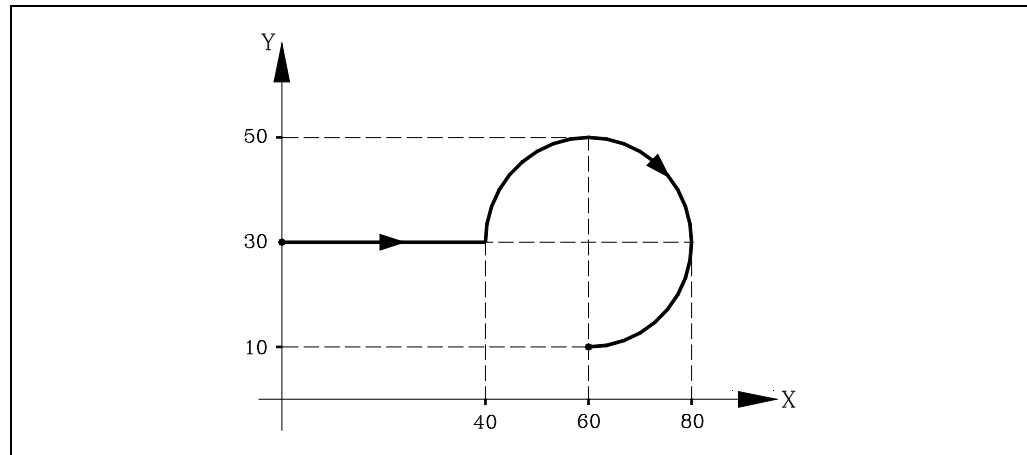
Como se mostra no exemplo, não é necessário programar o ponto final (X, Y):

```
G03 I15 J0 Z18 K5
```

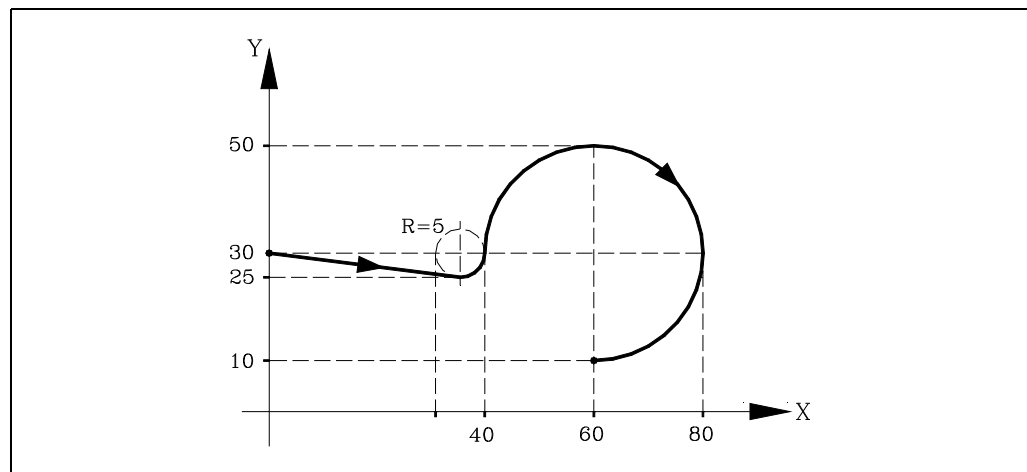
É permitido programar interpolações helicoidais com look ahead ativo (G51). Graças a isto, os programas de CAD/CAM em que aparece este tipo de trajetórias, poderão ser executados com look ahead ativo.

6.8 Entrada tangencial no começo de usinagem (G37)

Mediante a função G37 se podem enlaçar tangencialmente duas trajetórias sem a necessidade de calcular os pontos de interseção.

A função G37 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje começar uma usinagem com entrada tangencial.

Se o ponto de partida é X0 Y30 e se deseja usinar um arco de circunferência, sendo retilínea a trajetória de aproximação, se deverá programar:

```
G90 G01 X40
G02 X60 Y10 I20 J0
```

Mas se neste mesmo exemplo se deseja que a entrada da ferramenta à peça a usinar seja tangente à trajetória e descrevendo um raio de 5mm, se deverá programar:

```
G90 G01 G37 R5 X40
G02 X60 Y10 I20 J0
```

Como se pode ver na figura, o CNC modifica a trajetória, de forma que a ferramenta começa a usinar com entrada tangencial à peça.

A função G37 junto com o valor R têm que ser programados no bloco que inclui a trajetória que se deseja modificar.

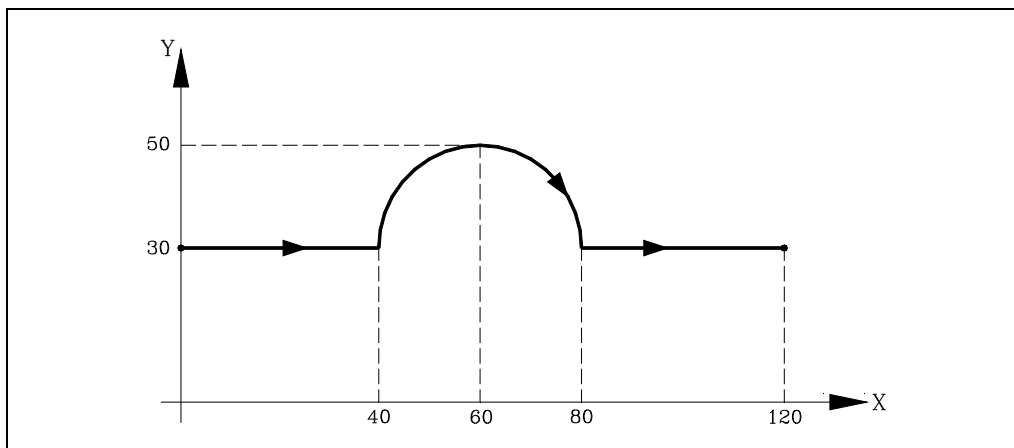
O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G37 e indica o raio do arco de circunferência que o CNC introduz para conseguir uma entrada tangencial à peça. Este valor de R deve ser sempre positivo.

A função G37 somente pode programar-se num bloco que inclua movimento retilíneo (G00 ou G01). Em caso de se programar num bloco que inclua o movimento circular (G02 ou G03), o CNC mostrará o erro correspondente.

6.9 Saída tangencial ao final de usinagem (G38)

A função G38 permite finalizar uma usinagem com uma saída tangencial da ferramenta, sendo necessário que a trajetória seguinte seja retilínea (G00 ou G01). Em caso contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

A função G38 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje uma saída tangencial da ferramenta.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G38 e indica o raio do arco de circunferência que o CNC introduz para conseguir uma saída tangencial da peça. Este valor de R deve ser sempre positivo.

Se o ponto de partida X0 Y30 e se deseja usinar um arco de circunferência, sendo retilíneas as trajetórias de aproximação e de saída, se deverá programar:

```
G90 G01 X40
G02 X80 I20 J0
G00 X120
```

Mas se neste mesmo exemplo se deseja que a saída da usinagem se realize tangencialmente e descrevendo um raio de 5 mm, se deverá programar:

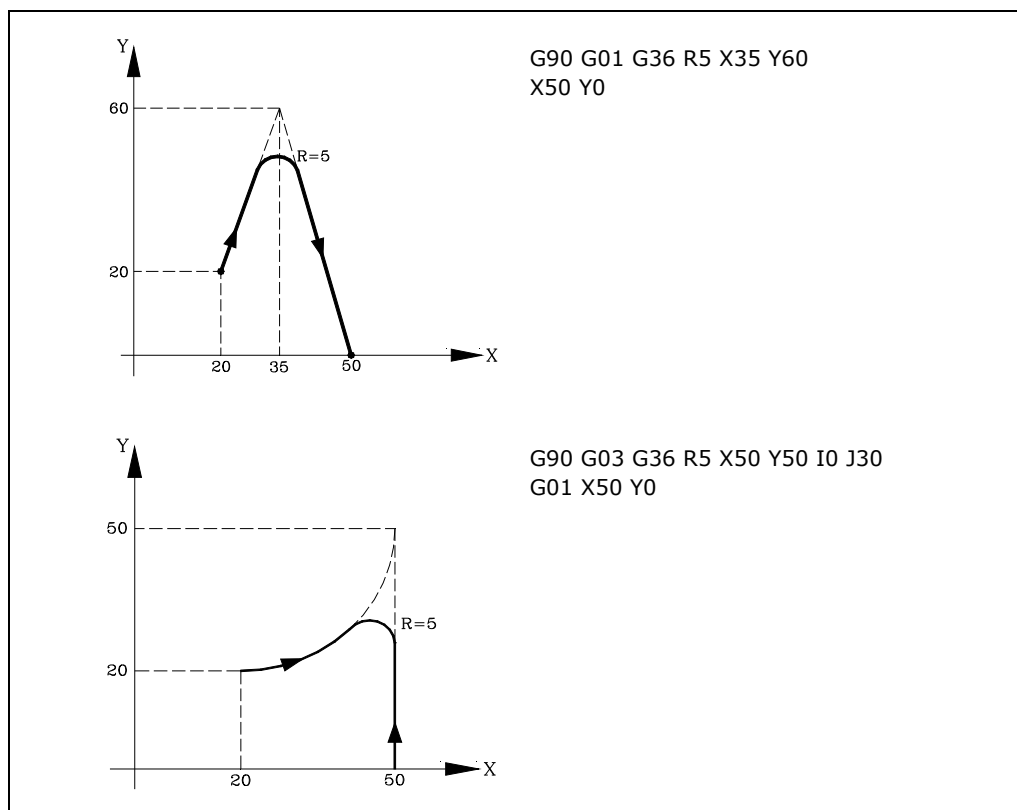
```
G90 G01 X40
G02 G38 R5 X80 I20 J0
G00 X120
```

6.10 Arredondamento controlado de arestas (G36)

Em trabalhos de fresagem, é possível mediante a função G36 fazer arredondamento de uma aresta com um raio determinado, sem a necessidade de calcular nem o centro nem os pontos inicial e final do arco.

A função G36 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje o arredondamento de uma aresta.

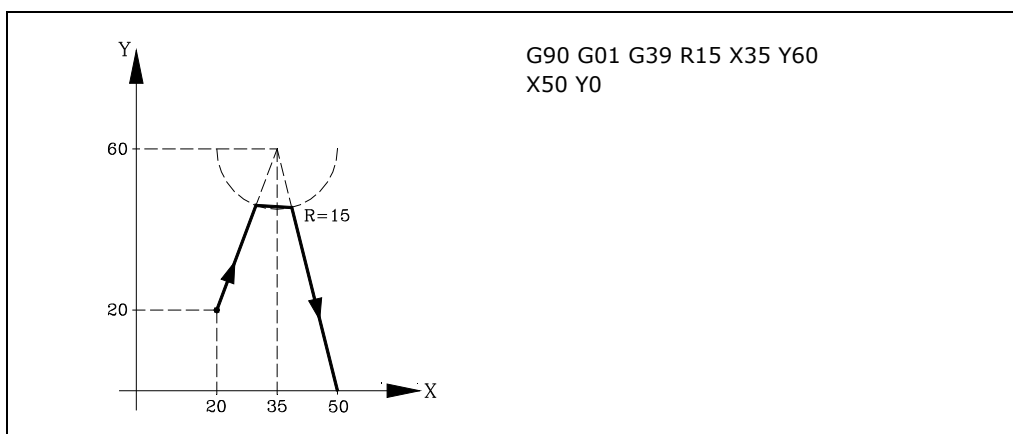
Esta função deve ser programada no bloco no qual se define o deslocamento e que no final se deseja arredondar.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G36 e indica o raio de arredondamento que o CNC introduz para conseguir um arredondamento de aresta. Este valor de R deve ser sempre positivo.

6.11 Chanfrado (G39)

Nos trabalhos de usinagem é possível, mediante a função G39, fazer chanfrado de arestas entre duas retas, sem necessidade de calcular os pontos de interseção.

A função G39 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje o chanfrado de uma aresta.

Esta função deve ser programada no bloco no qual se define o deslocamento e que no final se deseja arredondar.

O valor de R5.5 deve estar em todos os casos depois de G39 e indica a distância desde o final de deslocamento programado até o ponto no qual se quer realizar o chanfrado. Este valor de R deve ser sempre positivo.

6.12 Rosqueamento eletrónico (G33)

Se o spindle da máquina está dotado de um transdutor rotativo, se podem realizar roscas na ponta da ferramenta de corte por meio da função G33.

Mesmo que freqüentemente estes rosqueamentos se realizam ao longo de um eixo, o CNC permite realizar rosqueamentos interpolando mais de um eixo ao mesmo tempo.

Formato de programação:

G33 X.....C L Q

X...C ±5.5	Ponto final da rosca
L 5.5	Passo de rosca
Q ±3.5	Opcional. Indica a posição angular do spindle (±359.9999) correspondente ao ponto inicial da rosca. Se não se programa se toma o valor 0.

Considerações:

Sempre que se executa a função G33, se o parâmetro de máquina de spindle M19TYPE (P43) =0, o CNC antes de realizar o rosqueamento eletrônico, efetua uma busca de referência de máquina do spindle.

Para poder programar o parâmetro Q (posição angular do spindle), é necessário definir o parâmetro máquina do spindle M19TYPE (P43) =1.

Quando se executa a função G33 (parâmetro de máquina de spindle M19TYPE (P43) =1), antes de executar o roscado é necessário ter realizado uma busca de referência máquina do spindle depois da última ligação.

Se se executa a função G33 Q (parâmetro de máquina de spindle M19TYPE (P43) =1), não é necessário realizar a busca de referência de máquina do spindle, já que depois da ligação, a primeira vez que se fizer rodar o spindle em M3 ou M4, o CNC realiza esta busca automaticamente.

Esta busca realizar-se-á à velocidade definida pelo p.m.e. REFEED2 (P35). Depois de encontrar o I0, o spindle acelerará ou desacelerará até à velocidade programada sem parar o spindle.

Se o spindle possui captação motor com um codificador SINCOS (sem I0 de referência), a busca realizar-se-á diretamente à velocidade programada S, sem passar pela velocidade definida pelo parâmetro máquina de spindle REFEED2.

Se depois de ligado se executa uma M19 antes que uma M3 ou M4, a referida M19 se executará sem que se realize a busca de zero do spindle ao executar a primeira M3 ou M4.

Se a captação não tiver o I0 sincronizado, poderia acontecer que a busca de I0 em M3 não coincidisse com a busca em M4. Isto não passa com captação FAGOR.

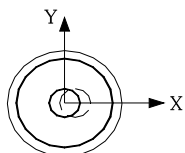
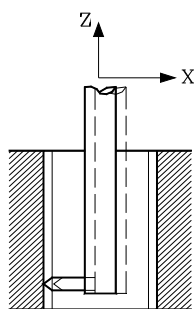
Se em arredondamento de aresta se efetuam junções de roscas, somente poderá ter ângulo de entrada Q a primeira delas.

Enquanto se encontre ativa a função G33, não se pode variar o avanço F programado, nem a velocidade de spindle S programada, estando ambas as funções fixas em 100%.

A função G00 é modal e incompatível com G00, G01, G02, G03, G34 e G75.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Exemplo:

Se deseja realizar em X0 Y0 Z0 e de uma só passada, uma rosca de 100mm de profundidade e 5 mm de passo, mediante uma ferramenta de roscar situada em Z10.

```
G90 G0 X Y Z        ; Posicionamento
G33 Z -100 L5       ; Rosqueamento
M19                 ; Parada orientada de spindle
G00 X3              ; Retira-se a ferramenta de corte
Z30                 ; Retrocesso (saída do furo)
```

6.13 Rosqueamento de passo variável (G34)

Para efetuar roscas de passo variável o spindle da máquina deve possuir um transdutor rotativo.

Mesmo que freqüentemente estes rosqueamentos se realizam ao longo de um eixo, o CNC permite realizar rosqueamentos interpolando mais de um eixo ao mesmo tempo.

Formato de programação:

```
G34 X.....C L Q K
```

X...C ±5.5	Ponto final da rosca
L 5.5	Passo de rosca
Q ±3.5	Opcional. Indica a posição angular do spindle (±359.9999) correspondente ao ponto inicial da rosca. Se não se programa se toma o valor 0
K ±5.5	Incremento ou decremento de passo de rosca por volta do spindle.

Considerações:

Sempre que se executa a função G34, o CNC antes de realizar o rosqueamento eletrónico, efetua uma busca de referência de máquina do spindle e situa o spindle na posição angular indicada pelo parâmetro Q.

O parâmetro "Q" está disponível quando se definiu o parâmetro de máquina de spindle "M19TYPE=1".

Se se trabalha em arredondamento de aresta (G05), se pode juntar diferentes roscas de forma contínua numa mesma peça.

Enquanto se encontre ativa a função G34, não se pode variar o avanço F programado, nem a velocidade de spindle S programada, estando ambas as funções fixas em 100%.

A função G34 é modal e incompatível com G00, G01, G02, G03, G33 e G75.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G00 ou o código G01 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IMOVE"

Junção de um rosqueamento de passo fixo (G33) com outro de passo variável (G34).

O passo de rosca inicial (L) do G34 deve coincidir com o passo de rosca da G33.

O incremento de passo, na primeira volta de árvore em passo variável, será de meio incremento (K/2) e em voltas posteriores será do incremento completo K.

Junção de um rosqueamento de passo variável (G34) com outro de passo fixo.

Se utiliza para finalizar um rosqueamento de passo variável (G34) com um pedaço de rosca que mantenha o passo final do rosqueamento anterior.

Como é muito complexo calcular o passo de rosca final, o rosqueamento de passo fixo não se programa com G33 mas sim com G34 … L0 K0. O CNC calcula o passo.

Junção de dois rosqueamentos de passo variável (G34).

Não se permite juntar dois rosqueamentos de passo variável (G34).

6.14 Movimento contra batente (G52)

Por meio da função G52 se pode programar o deslocamento de um eixo até um batente mecânico. Esta função pode ser interessante em dobradeiras, contrapontos motorizados, alimentadores de barra, etc.

O formato de programação é:

```
G52 X..C ±5.5
```

Depois da função G52 se programará o eixo desejado, assim como a cota que define o ponto final de deslocamento.

O eixo se desloca para a cota programada até que chegue ao batente. Se o eixo chega à posição programada e não se chegou ao batente o CNC deterá o deslocamento.

A função G52 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje executar um movimento contra batente.

Além disso, assume as funções G01 e G40 alterando assim a historia do programa. É incompatível com as funções G00, G02, G03, G33, G34, G41, G42, G75 e G76.

6.15 Avanço F como função inversa do tempo (G32)

Há ocasiões que se torna mais simples definir o tempo que necessitam os diferentes eixos da máquina em efetuar o deslocamento, que fixar um avanço comum para todos eles.

Um caso típico se produz quando se deseja efetuar de maneira conjunta o deslocamento dos eixos lineais da máquina X, Y, Z e o deslocamento dum eixo rotativo programado em graus.

A função G32 indica que as funções "F" programadas a seguir, fixam o tempo em que se deve efetuar o deslocamento.

Com o objetivo de que um número maior de "F" indique um maior avanço, o valor atribuído a "F" se define como "Função inversa do tempo" e é interpretada como ativação do avanço em função inversa do tempo.

Unidades de "F": 1/min

Exemplo: G32 X22 F4

Indica que o movimento debe ser executado em ¼ de minuto, isto é, em 0.25 minutos.

A função G32 é modal e incompatível com G94 e G95.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G94 ou o código G95 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "IFEED".

Considerações:

O CNC mostrará na variável PRGFIN o avanço em função inversa do tempo que se programou, e na variável FEED o avanço resultante em mm/min ou pol/min.

Se o avanço resultante de algum dos eixos supera o máximo fixado no parâmetro de máquina geral "MAXFEED", o CNC aplica este máximo.

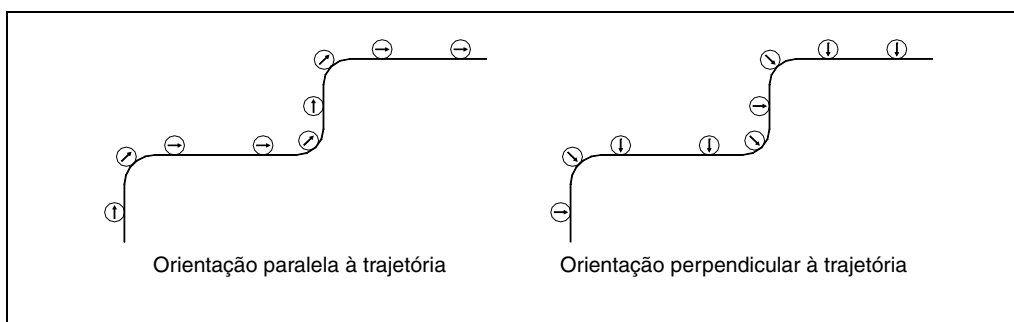
Nos deslocamentos em G00 não se leva em consideração a "F" programada. Todos os deslocamentos se efetuam com o avanço indicado no parâmetro de máquina de eixos "G00FEED".

Se se programa "F0" o deslocamento se efetua com o avanço indicado no parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

A função G32 pode ser programada e executada no canal de PLC.

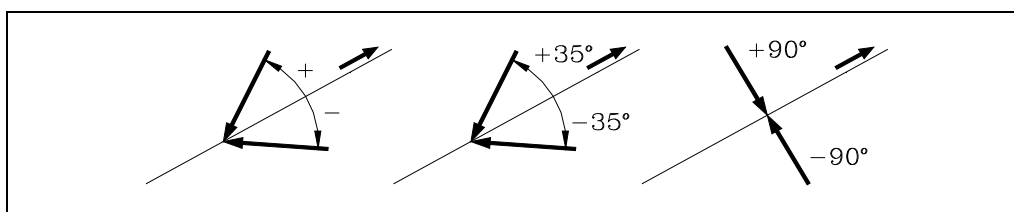
A função G32 se desativa em modo JOG.

6.16 Controle tangencial (G45)

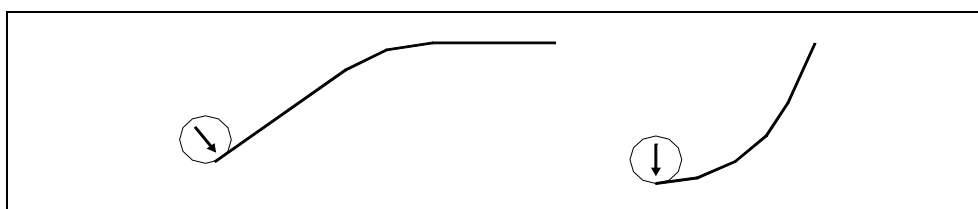
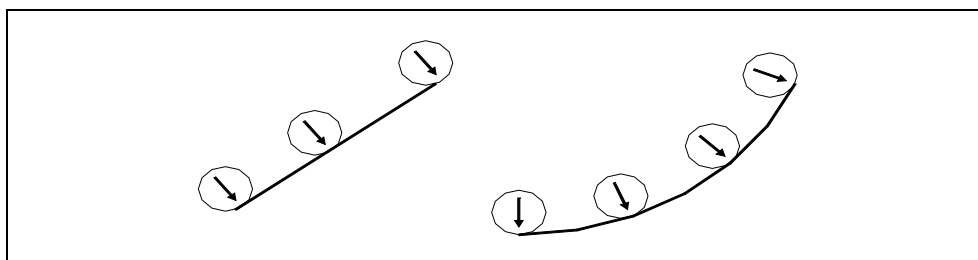
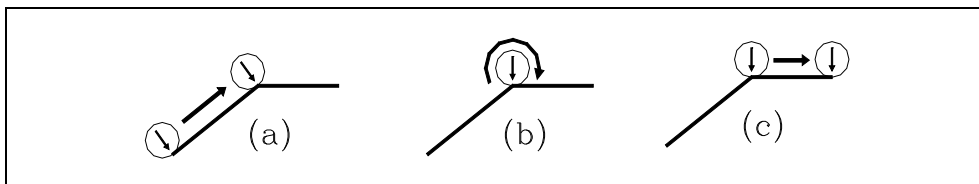
A função "Controle Tangencial" permite que um eixo mantenha sempre a mesma orientação com respeito à trajetória programada.

A trajetória é definida pelos eixos do plano ativo. O eixo que conservará a orientação deve ser um eixo rotativo rollover (A, B o C).

Formato de programação:

```
G45 Eixo Ângulo
```

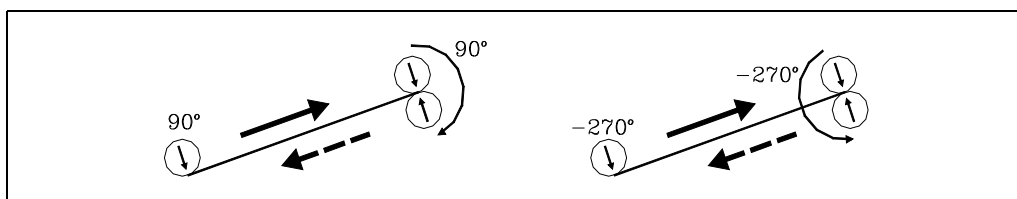
Eixo	Eixo que conservará a orientação (A, B ou C).
Ângulo	Indica a posição angular, em graus, com respeito à trajetória (±359.9999). Se não se programa se toma o valor 0

Para anular a função Controle tangencial programar a função G45 só (sem definir o eixo).

Cada vez que se ativa a função G45 (Controle tangencial) o CNC atua da seguinte forma:

1. Situa o eixo tangencial, com respeito ao primeiro trecho, na posição programada.

2. A interpolação dos eixos do plano começa depois que o eixo tangencial está posicionado.
3. Nos trechos lineares se mantém a orientação do eixo tangencial e nas interpolações circulares se mantém a orientação programada durante todo o percurso.

4. Se a junção de trechos requer uma nova orientação do eixo tangencial, se atua do seguinte modo:
   - ·1· Finaliza o trecho em curso.
   - ·2· Orienta o eixo tangencial respeito à seguinte trecho.
   - ·3· Continua com a execução.

Quando se trabalha em arredondamento de aresta (G05) não se mantém a orientação nos cantos já que começa antes de finalizar o trecho em curso.

Se aconselha trabalhar em aresta viva (G07). Entretanto, quando se deseja trabalhar em aresta aparada (G05) é aconselhável utilizar a função G36 (arredondamento de arestas) para manter também a orientação nos cantos.

4. Para anular a função Controle tangencial programar a função G45 só (sem definir o eixo).

Ainda que o eixo tangencial toma a mesma orientação programando 90° que -270°, o sentido de rotação numa mudança de sentido depende do valor programado.

6.16.1 Considerações à função G45

O controle tangencial, G45, é opcional, somente se pode executar no canal principal e é compatível com:

- Compensação de raio e comprimento (G40, 41, 42, 43, 44)
- Espelhamento (G10, 11, 12, 13 14).
- Eixos gantry, incluído gantry associado ao eixo rotativo tangencial.

A velocidade máxima durante a orientação do eixo tangencial é definida pelo parâmetro de máquina MAXFEED de referido eixo.

Estando ativo o controle tangencial também se pode efetuar a inspeção da ferramenta. Ao acessar a inspeção se desativa o controle tangencial, os eixos ficam livres, e ao abandonar a inspeção se volta a ativar o controle tangencial.

Estando em modo Manual se pode ativar o controle tangencial em MDI e deslocar os eixos mediante blocos programados em modo MDI.

O controle tangencial se desativa quando se deslocam os eixos mediante as teclas de JOG (não MDI). Depois de finalizado o deslocamento se recupera o controle tangencial.

Da mesma maneira, não se permite:

- Definir como eixo tangencial um dos eixos do plano, o eixo longitudinal ou qualquer eixo que não seja rotativo.
- Mover o eixo tangencial em modo manual ou por programa, mediante outro G, quando o controle tangencial esteja ativo.
- Planos inclinados.

A variável TANGAN é uma variável de leitura, desde o CNC, PLC e DNC, associada à função G45. Indica a posição angular, em graus, com respeito à trajetória que se programou.

Da mesma maneira a saída lógica geral TANGACT (M5558) indica ao PLC que a função G45 está ativa.

A função G45 é modal e será anulada quando se executa a função G45 só (sem definir o eixo), no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

6.17 G145. Desativação temporal do controle tangencial

A função G145 serve para desativar temporariamente o controle tangencial (G145):

G145 K0

Desactiva temporalmente el control tangencial. Na história se mantém a função G45 e aparece a nova função G145.

Se não há uma G45 programada, a função G145 se ignora. Se não se programa K, se toma o valor K0.

G145 K1

Recupera o controle tangencial do eixo com o ângulo que tinha antes de ser anulado. Depois disto, G145 desaparece da historia.

FUNÇÕES PREPARATÓRIAS ADICIONAIS

7

7.1 Interromper a preparação de blocos (G04)

O CNC vai lendo até vinte blocos por diante do que está executando, com o objetivo de calcular com antecipação a trajetória a percorrer.

Cada bloco será valorado, padrão, no momento de ser lido, mas se se deseja valorar no momento da execução do referido bloco, se usará a função G04.

Esta função detém a preparação de blocos e espera que o referido bloco se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Um caso deste tipo é a valorização da "condição de salto de bloco" que se define no cabeçalho do bloco.

Exemplo:

```
.
.
   G04            ;Interromper a preparação de blocos
/1 G01 X10 Y20    ;Condição de salto "/1"
.
.
```

A função G04 não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje interromper a preparação de blocos.

Se deve programar só e no bloco anterior ao que se deseja valorar na execução. A função G04 pode programar-se com G4.

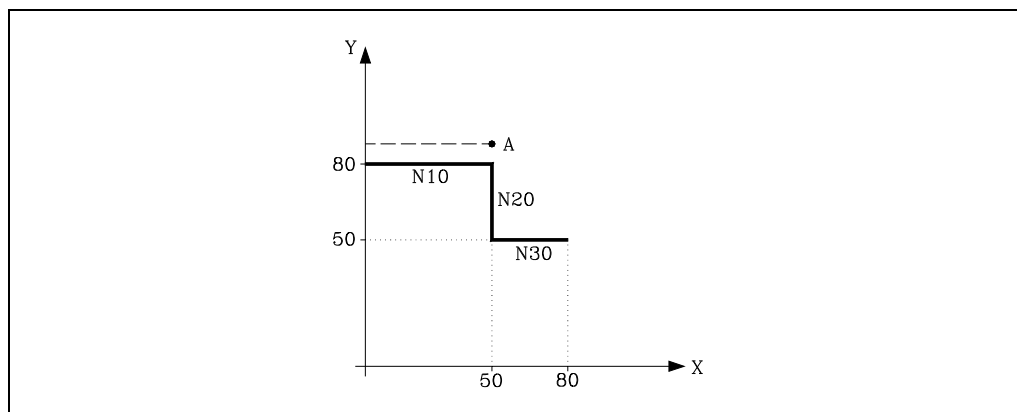
Cada vez que se programa G04 se anula temporariamente a compensação de raio e de longitude ativas.

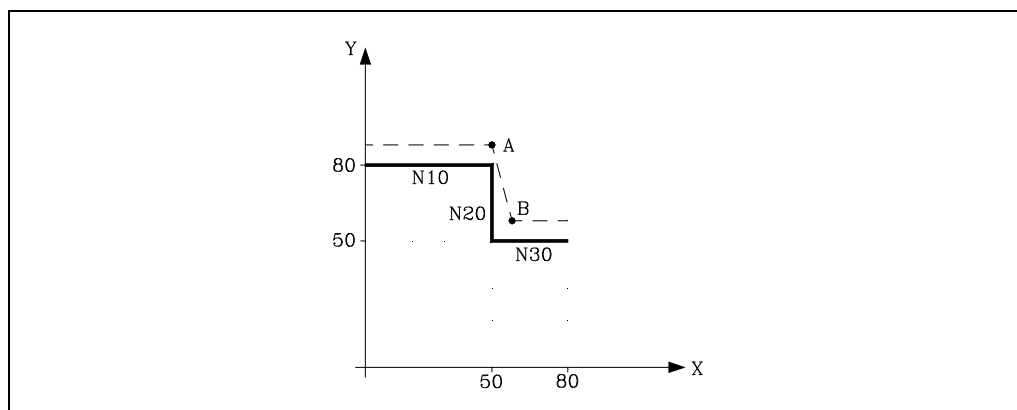
Por isso, se deve ter precaução ao utilizar esta função, já que quando se intercala entre blocos de usinagem que trabalhem com compensação se podem obter perfis não desejados.

Exemplo:

Se executam os seguintes blocos de programa num trecho com compensação G41.

```
...
     N10 X50 Y80
     N15 G04
/1   N17 M10
     N20 X50 Y50
     N30 X80 Y50
...
```

O bloco N15 detém a preparação de blocos, portanto a execução do bloco N10 finalizará no ponto A.

Depois de finalizada a execução do bloco N15, o CNC continuará a preparação de blocos a partir do bloco N17.

Como o próximo ponto correspondente à trajetória compensada é o ponto "B", o CNC deslocará a ferramenta até o referido ponto, executando a trajetória "A-B".

Como se pode observar a trajetória resultante não é a desejada, por isso que se aconselha evitar a utilização da função G04 em trechos que trabalhem com compensação.

7.1.1 G04 K0: Interrupção da preparação de blocos e atualização de cotas

Mediante a funcionalidade associada a G04 K0, se pode conseguir que depois de finalizar determinadas manobras de PLC, se atualizem as cotas dos eixos do canal.

As manobras de PLC que exigem uma atualização das cotas dos eixos do canal são as seguintes:

- Manobra de PLC utilizando as marcas SWITCH*.
- Manobras de PLC nas quais um eixo passa a indicador de posição e em seguida volta a ser eixo normal durante a execução de programas peça.

Funcionamento de G04:

Função	Descrição
G04	Interromper a preparação de blocos.
G04 K50	Executa uma temporização de 50 centésimas de segundo.
G04 K0 ou G04 K	Interrompe a preparação de blocos e atualização das cotas do CNC à posição atual. (G4 K0 funciona no canal de CNC e PLC).

7.2 Temporização (G04 K)

Por meio da função G04 K se pode programar uma temporização.

O valor da temporização se programa em centésimos de segundo mediante o formato K5 (1..99999).

Exemplo:

```
G04 K50     ; Temporização de 50 centésimas de segundo (0.5 segundos)
G04 K200    ; Temporização de 200 centésimas de segundo (2 segundos)
```

A função G04 K não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje uma temporização. A função G04 K pode programar-se com G4 K.

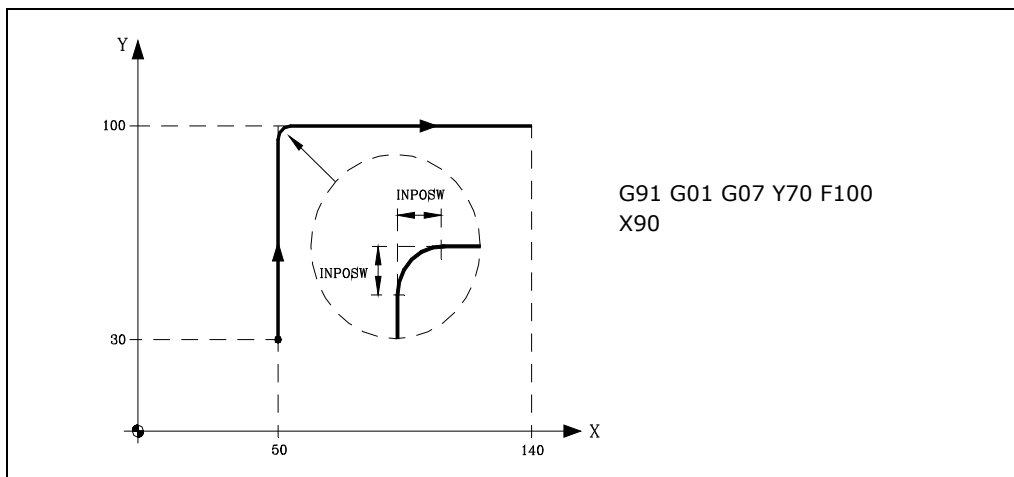
A temporização se executa no começo do bloco em que está programada.

Nota: Se se programa G04 K0 ou G04 K, em vez de se realizar uma temporização, se realizará uma interrupção de preparação de blocos e atualização de cotas. Ver *"7.1.1 G04 K0: Interrupção da preparação de blocos e atualização de cotas"* na página 107.

7.3 Trabalho em aresta viva (G07) e arredondamento de aresta (G05, G50)

7.3.1 Aresta viva (G07)

Quando se trabalha em G07 (aresta viva), o CNC não começa a execução do seguinte bloco do programa, até que o eixo atinja a posição programada.

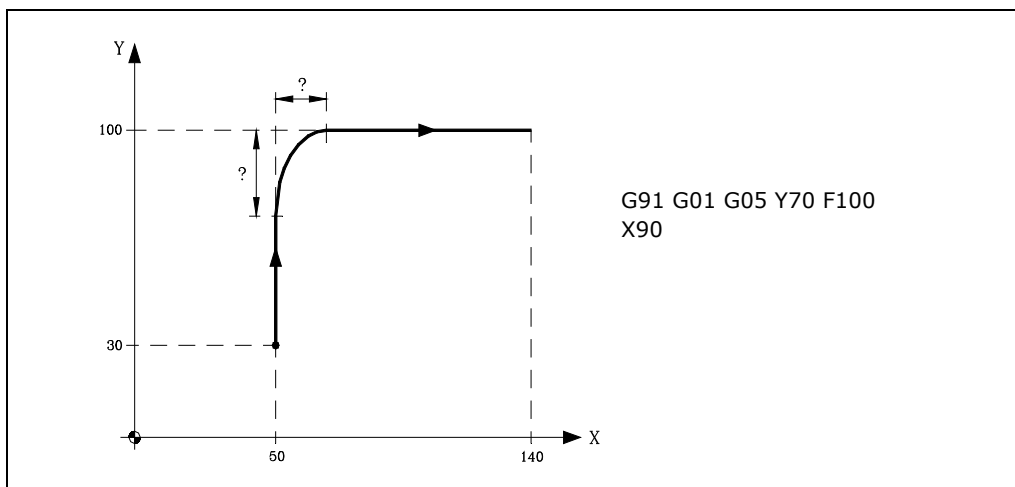
O CNC entende que se atingiu a posição programada quando o eixo se encontra a uma distancia inferior a "INPOSW" (banda de morte) da posição programada.

Os perfis teórico e real coincidem, obtendo-se cantos vivos, como se observa na figura.

A função G07 é modal e incompatível com G05, G50 e G51. A função G07 pode programar-se com G7.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.3.2 Arredondamento de aresta (G05)

Quando se trabalha em G05 (arredondamento de aresta), o CNC não começa a execução do seguinte bloco do programa, depois de finalizada a interpolação teórica do bloco atual. Não espera que os eixos se encontrem em posição.

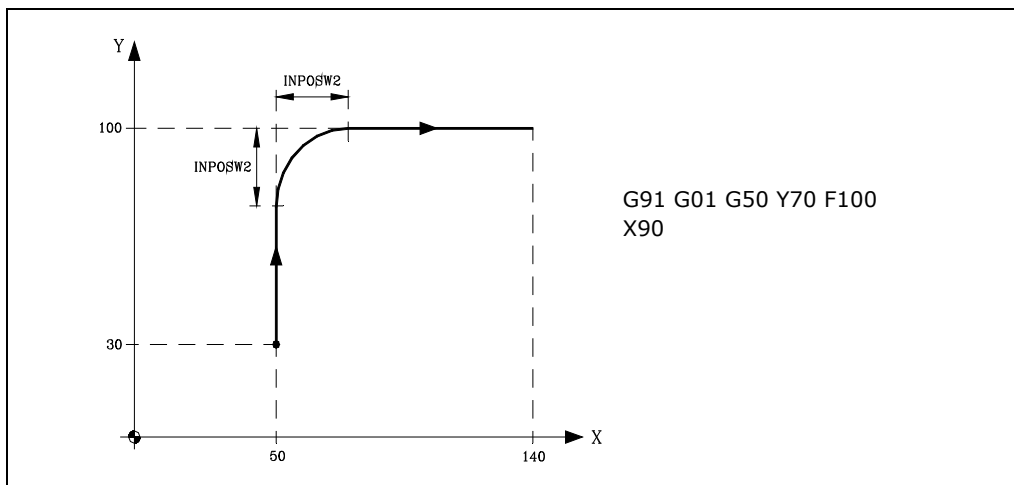
A distância da posição programada à que começa a execução do bloco seguinte depende da velocidade de avanço dos eixos.

Por meio desta função obter-se-ão cantos arredondados, tal e como se observa na figura.

A diferença entre os perfis teórico e real, está na função do valor do avanço F programado. Quanto maior seja o avanço, maior será a diferença entre ambos os perfis.

A função G05 é modal e incompatível com G07, G50 e G51. A função G05 pode programar-se com G5.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.3.3 Arredondamento de aresta controlada (G50)

Quando se trabalha no G50 (arredondamento de aresta controlada), o CNC, depois de finalizada a interpolação teórica do bloco atual, espera que o eixo entre dentro da zona "INPOSW2" para continuar com a execução do bloco seguinte.

A função G50 controla que a diferença entre os perfis teórico e real seja inferior ao definido no parâmetro "INPOSW2".

Pelo contrário, quando se trabalha com a função G05, a diferença está na função do valor do avanço F programado. Quanto maior seja o avanço, maior será a diferença entre ambos os perfis.

A função G50 é modal e incompatível com G07, G05 e G51.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

7.4 Look-ahead (G51)

A execução de programas formados por blocos com deslocamentos muito pequenos (CAM, digitalização, etc.) podem ter a tendência de tornar-se mais lentos. A função look-ahead permite atingir uma velocidade de usinagem alta na execução dos referidos programas.

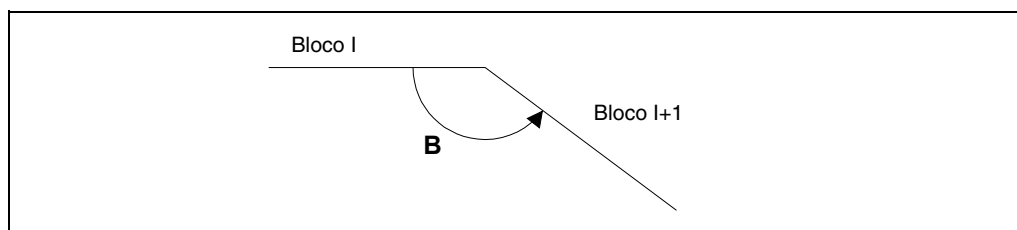
A função look-ahead analisa antecipadamente a trajetória a usinar até 75 blocos para calcular o avanço máximo em cada trecho. Esta função permite obter uma usinagem suave e rápida em programas com deslocamentos muito pequenos, inclusive do tamanho de micros.

Quando se trabalha com a função "Look-Ahead" é conveniente ajustar os eixos da máquina com o menor erro de seguimento possível, pois o erro do contorno usinado será no mínimo o erro de seguimento.

Formato de programação:

O formato de programação é:

```
G51 [A] E B
```

A (0-255)	É opcional e define o percentual de aceleração a utilizar. Se não se programa ou se programa com valor zero assume, para cada eixo, a aceleração definida por parâmetro de máquina.
E (5.5)	Erro de contorno permitido. Quanto menor seja este parâmetro, menor será o avanço da usinagem.
B (0-180)	Este parâmetro permite usinar esquinas como aresta viva com a função Look-Ahead. Indica o valor angular (em graus) das esquinas programadas, por baixo do qual, a usinagem se realizará como aresta viva.

O parâmetro "A" permite dispor de uma aceleração de trabalho padrão e de outra aceleração para a execução com look-ahead.

Se não se programa o parâmetro "B", o controle de aresta viva nas esquinas fica anulado.

O controle de aresta viva nas esquinas é válido tanto para o algoritmo de Look-Ahead com controle de jerk, como para o algoritmo de Look-Ahead sem controle de jerk.

Considerações à execução:

O CNC à hora de calcular o avanço leva em consideração o seguinte:

- O avanço programado.
- A curvatura e os cantos.
- O avanço máximo dos eixos.
- As acelerações máximas.
- O jerk.

Se durante a execução em "Look-ahead" se dá uma das circunstâncias que se citam a seguir, o CNC baixa a velocidade no bloco anterior a 0 e recupera as condições de usinagem no "Look-Ahead" no próximo bloco de movimento.

- Bloco sem movimento.
- Execução de funções auxiliares (M, S, T).
- Executando bloco a bloco.
- Modo MDI.
- Modo de inspeção de ferramenta.

Se se produz um Stop, Feed-Hold, etc. Durante a execução em "Look-Ahead", provavelmente a máquina não se deterá no bloco atual, se vão a necessitar vários blocos mais para parar com a desaceleração permitida.

Para evitar que os blocos sem movimento provoquem um efeito de aresta viva, modificar o bit 0 do parâmetro de máquina geral MANTFCON (P189).

Propriedades da função:

A função G51 é modal e incompatível com G05, G07 e G50. Se se programa uma delas, se desativará a função G51 e se ativará a nova função selecionada.

A função G51 deverá programar-se somente no bloco, não podendo existir mais informação no referido bloco.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC anula, se está ativa, a função G51 e assumirá o código G05 ou o código G07 conforme se personalize o parâmetro de máquina geral "ICORNER"

O CNC dará erro 7 (Funções G incompatíveis), se estando ativa a função G51, se executa uma das seguintes funções:

G33	Rosqueamento eletrónico.
G34	Rosqueamento de passo variável.
G52	Movimento contra batente.
G95	Avanço por rotação.

7.4.1 Algoritmo avançado de look-ahead (integrando filtros Fagor)

Este modo é indicado quando se necessita precisão na usinagem, principalmente se há filtros Fagor definidos por parâmetro de máquina nos eixos.

O algoritmo avançado da função look-ahead realiza o cálculo das velocidades nas esquinas, de forma que se tenha em consideração o efeito dos filtros Fagor ativos destas. Ao programar G51 E, os erros de contorno nos usinados das esquinas ajustar-se-ão ao valor programado na citada G51 em função dos filtros.

Para ativar o algoritmo avançado de look-ahead utilizar o bit 15 do p.m.g. LOOKATYP (P160).

Considerações

- Se não há filtros Fagor definidos por meio de parâmetros de máquina nos eixos do canal principal, ao ativar o algoritmo avançado de look-ahead, internamente ativar-se-ão filtros Fagor de ordem 5 e freqüência 30Hz em todos os eixos do canal.
- Se há filtros Fagor definidos por meio de parâmetros de máquina, ao ativar o algoritmo avançado de look-ahead, manter-se-ão os valores dos referidos filtros sempre que a sua freqüência não exceda os 30Hz.

  Em caso de que a freqüência supere os 30Hz, aplicar-se-ão os valores de ordem 5 e freqüência 30Hz.

  Se há diferentes filtros definidos nos eixos do canal, se adquire o de freqüência mais baixa, sempre que não se exceda a freqüência de 30Hz.
- Mesmo que o algoritmo avançado de look-ahead (utilizando filtros Fagor) esteja ativo mediante o bit 15 do p.m.g. LOOKATYP (P160), não entrará em funcionamento nos seguintes casos:
  - Se o p.m.g. IPOTIME (P73) = 1.
  - Se algum dos eixos do canal principal tem o p.m.e. SMOTIME (P58) diferente de zero.
  - Se algum dos eixos do canal principal tem definido por parâmetro algum filtro cujo tipo não é Fagor, p.m.e. TYPE (P71) diferente de 2.

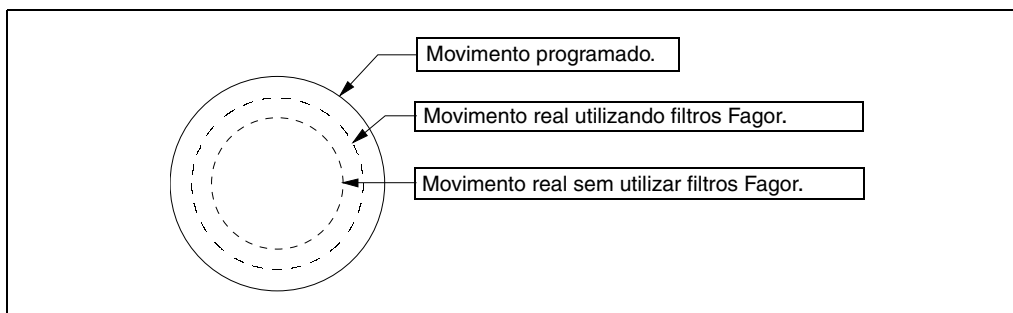
  Nestes casos, ao ativar o G51, o CNC visualizará o erro correspondente.

7.4.2 Funcionamento de look-ahead com filtros Fagor ativos

Esta melhora permite utilizar filtros Fagor com a função look-ahead (algoritmo de look-ahead não avançado). Só se levará em consideração se o algoritmo avançado de look-ahead está desativado, isto é, se o bit 15 do p.m.g. LOOKATYP (P160)=0.

Para ativar / desativar esta opção, se utilizará o Bit 13 do parâmetro máquina geral LOOKATYP (P160).

Efeito dos filtros Fagor na usinagem de círculos

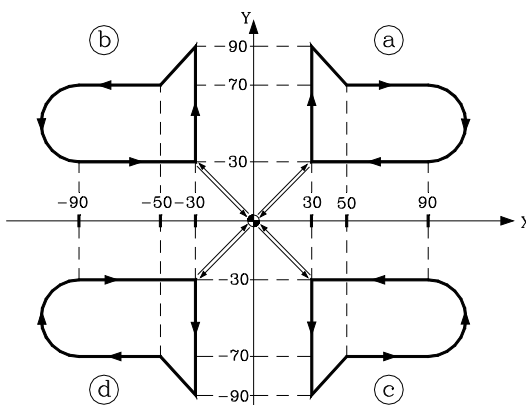
Na usinagem de círculos, ao utilizar filtros Fagor, o erro será menor do que se não se utilizam estes filtros.

7.5 Espelhamento (G10, G11, G12, G13, G14)

As funções para ativar o espelhamento são as seguintes.

G10:	Espelhamento.
G11:	Espelhamento no eixo X.
G12:	Espelhamento no eixo Y.
G13:	Espelhamento no eixo Z.
G14:	Espelhamento em qualquer eixo (X..C), ou em vários, ao mesmo tempo.

Exemplos:

```
G14 W
G14 X Z A B
```

Quando o CNC trabalha com espelhamento, executa os deslocamentos programados nos eixos que tenham selecionado espelhamento, com o sinal mudado.

A seguinte sub-rotina define a usinagem da peça "a".

```
G91 G01 X30 Y30 F100
Y60
X20 Y-20
X40
G02 X0 Y-40 I0 J-20
G01 X-60
X-30 Y-30
```

A programação de todas as peças será:

```
Execução da sub-rotina        ; Usinagem "a".
G11                           ; Espelhamento no eixo X.
Execução da sub-rotina        ; Usinagem "b".
G10 G12                       ; Espelhamento no eixo Y.
Execução da sub-rotina        ; Usinagem "c".
G11                           ; Espelhamento nos eixos X e Y.
Execução da sub-rotina        ; Usinagem "d".
M30                           ; Fim de programa
```

As funções G11, G12, G13 e G14 são modais e incompatíveis com G10.

Se podem programar ao mesmo tempo G11, G12 e G13 no mesmo bloco, já que não são incompatíveis entre si. A função G14 deverá programar-se somente num bloco, não podendo existir mais informação neste bloco.

Num programa com espelhamento se se encontra também ativada a função G73 (rotação do sistema de coordenadas), o CNC aplicará primeiro a função espelhamento e seguidamente a rotação.

Se ao estar ativa uma das funções espelhamento (G11, G12, G13, G14) se executa uma pré-seleção de cotas G92, esta não fica afetada pela função espelhamento.

No momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, o CNC assumirá o código G10.

7.6 Fator de escala (G72).

Por meio da função G72 se podem ampliar ou reduzir peças programadas.

Desta maneira podem-se realizar famílias de peças semelhantes de forma, mas de dimensões diferentes com um só programa.

A função G72 deverá programar-se somente num bloco. Existem dois formatos de programação da função G72:

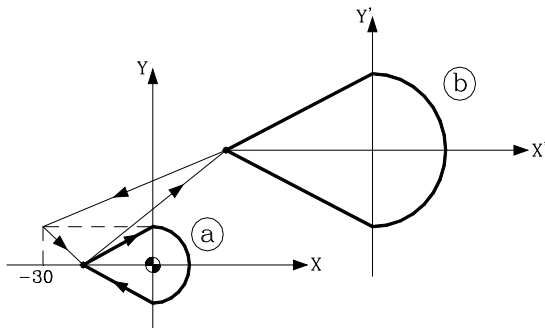
- Fator de escala aplicado a todos os eixos.
- Fator de escala aplicado a um ou mais eixos.

7.6.1 Fator de escala aplicado a todos os eixos

O formato de programação é:

```
G72 S5.5
```

Depois de G72 todas as coordenadas programadas multiplicar-se-ão pelo valor do fator de escala definido por S, até que se leia uma nova definição de fator de escala G72 ou se anule a mesma.

Exemplo de programação sendo o ponto de partida X-30 Y10.

A seguinte sub-rotina define a usinagem da peça.

```
G90 X-19 Y0
G01 X0 Y10 F150
G02 X0 Y-10 I0 J-10
G01 X-19 Y0
```

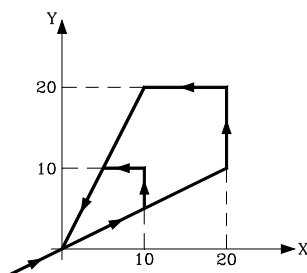
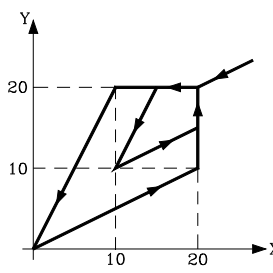
A programação das duas peças será:

Execução da sub-rotina. Usinagem "a".

```
G92 X-79 Y-30          ; Pré-seleção de cotas
                       (deslocamento de origem de coordenadas)
G72 S2                 ; Aplica fator de escala de 2.
```

Execução da sub-rotina. Usinagem "b".

```
G72 S1                 ; Anular fator de escala
M30                    ; Fim de programa
```

Exemplos de aplicação do fator de escala.

```
G90 G00 X0 Y0
N10 G91 G01 X20 Y10
Y10
X-10
N20 X-10 Y-20
; Fator de escala
G72 S0.5
; Repete do bloco 10 ao bloco 20
(RPT N10,20)
M30
```

```
G90 G00 X20 Y20
N10 G91 G01 X-10
Y-20 X-10
X20 Y10
N20 Y10
; Fator de escala
G72 S0.5
; Repete do bloco 10 ao bloco 20
(RPT N10,20)
M30
```

A função G72 é modal e será anulada ao programar outro fator de escala de valor S1, ou também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

7.6.2 Fator de escala aplicado a um ou vários eixos.

O formato de programação é:

G72 X...C 5.5

Depois de G72 se programará o eixo ou eixos e o fator de escala desejados.

Todos os bloques programados a seguir de G72 serão tratados pelo CNC do seguinte modo:

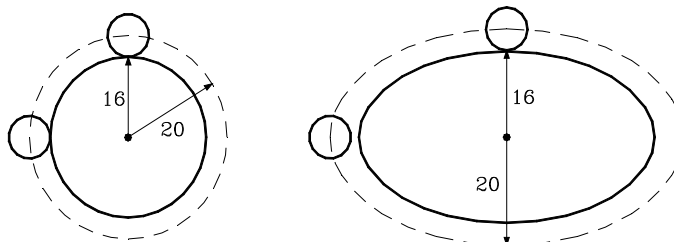
1. O CNC calculará os deslocamentos de todos os eixos em função da trajetória e compensação programada.
2. Em seguida aplicará o fator de escala indicado ao deslocamento calculado do eixo ou eixos correspondentes.

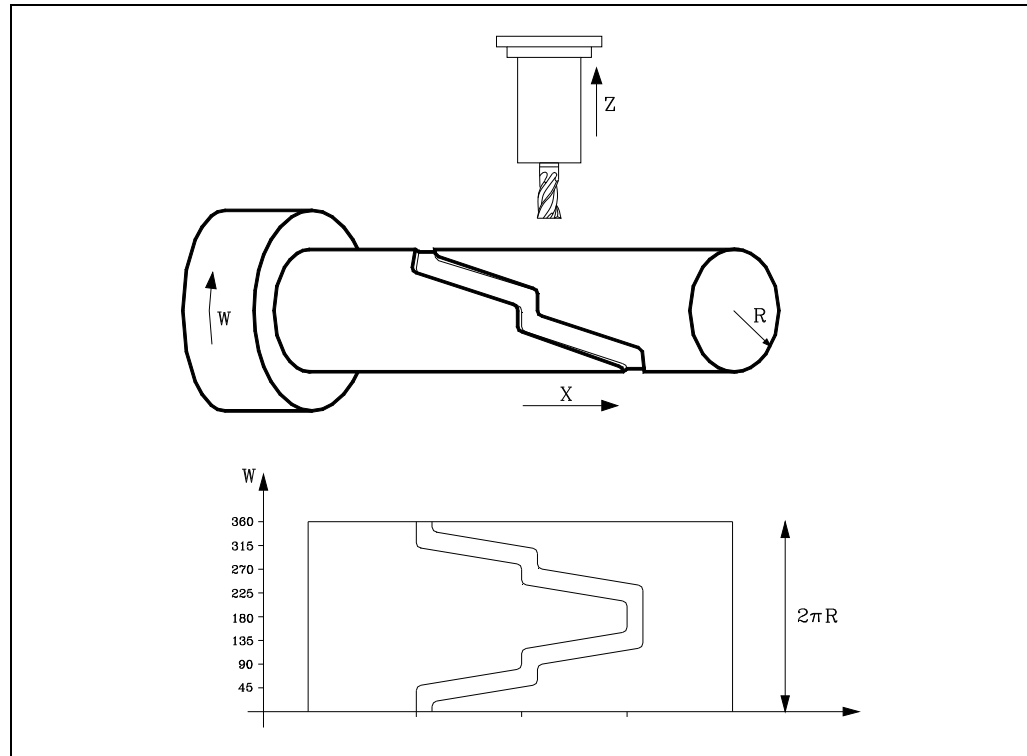
Se se seleciona o fator de escala aplicado a um ou vários eixos, o CNC aplicará o fator de escala indicado tanto ao deslocamento do eixo ou eixos correspondentes, como ao avanço dos mesmos.

Se no mesmo programa se aplicam as duas modalidades do fator de escala, o aplicado a todos os eixos e o aplicado a um ou vários eixos, o CNC aplica ao eixo ou eixos afetados por ambas as modalidades, um fator de escala igual ao produto dos dois fatores de escala programados para o referido eixo.

A função G72 é modal e será anulada ao programar outro fator de escala de valor S1, ou também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Quando se realizam simulações sem deslocamento de eixos não se leva em consideração este tipo de fator de escala.

Aplicação do fator de escala a um eixo do plano, trabalhando com compensação radial da ferramenta.

Como se pode observar a trajetória da ferramenta não coincide com a trajetória desejada, porque se aplica fator de escala ao deslocamento calculado.

Se a um eixo giratório se aplica um fator de escala igual a 360/2πR sendo R o raio do cilindro sobre o que se deseja usinar, se pode tratar o referido eixo como um linear e programar sobre a superfície cilíndrica qualquer figura com compensação de raio da ferramenta.

7.7 Rotação do sistema de coordenadas (G73)

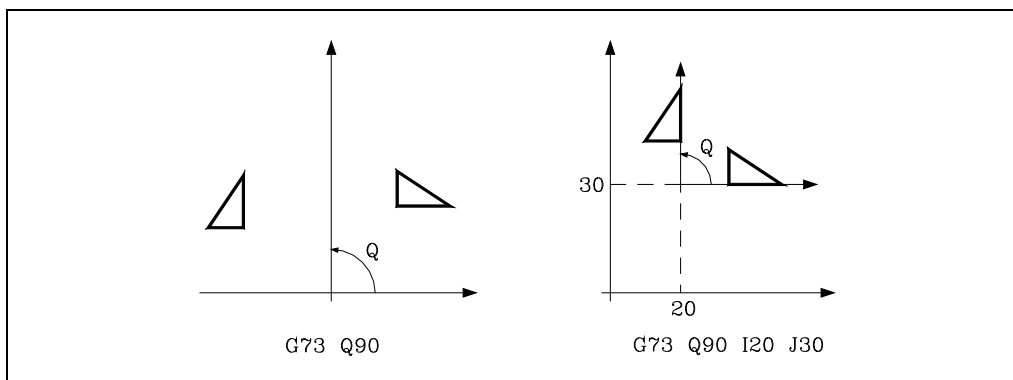
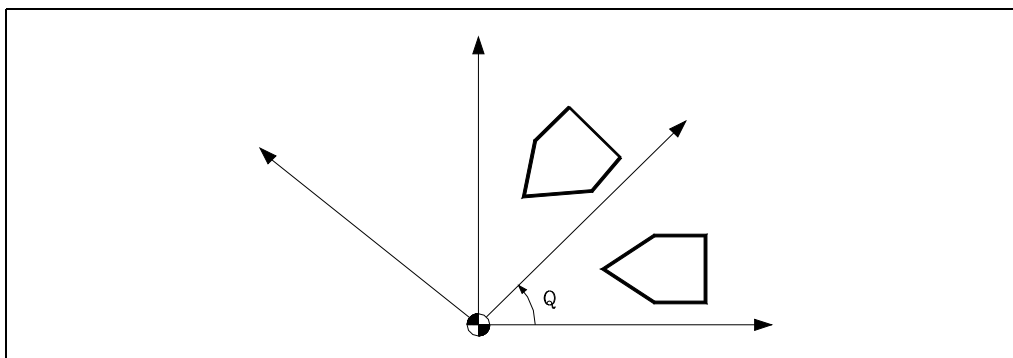
A função G73 permite girar o sistema de coordenadas tomando como centro de rotação, a origem de coordenadas ou então o centro de rotação programado.

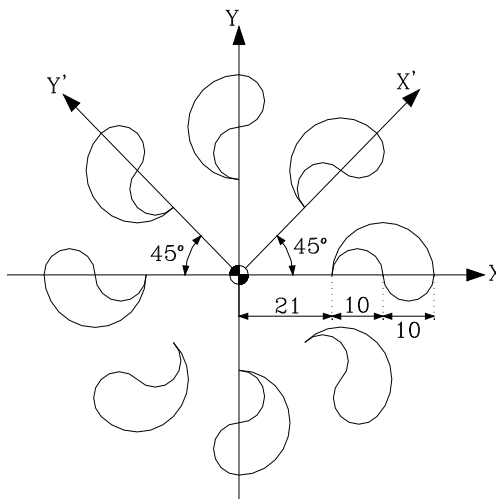
O formato que define a rotação é o seguinte:

```
G73 Q+/5.5 I±5.5 J±5.5
```

Onde:

Q	Indica o ângulo de rotação em graus.
I, J	São opcionais e definem a abcissa e ordenada, respectivamente, do centro de rotação. Se não se definem, se tomará a origem de coordenadas como centro de rotação.

Os valores I e J se definirão em cotas absolutas e referidas ao zero de coordenadas do plano de trabalho. Estas cotas ver-se-ão afetadas pelo fator de escala e espelhamento ativos.

Tem que se levar em consideração que a função G73 é incremental, isto é, vão-se somando os diferentes valores de Q programados.

A função G73 deverá programar-se somente num bloco.

Sendo o ponto inicial X0 Y0, se tem:

```
N10 G01 X21 Y0 F300      ; Posicionamento em ponto inicial
G02 Q0 I5 J0
G03 Q0 I5 J0
Q180 I-10 J0
N20 G73 Q45              ; Rotação de coordenadas
(RPT N10, N20) N7        ; Repete 7 vezes do bloco 10 ao bloco 20
M30                      ; Fim de programa
```

Num programa com rotação do sistema de coordenadas, se se encontra também ativada alguma função de espelhamento, o CNC aplicará primeiro a função espelhamento e seguidamente a rotação.

A anulação da função de rotação de coordenadas se realiza programando G73 (somente sem o valor do ângulo), ou então mediante G16, G17, G18, G19 ou no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou então depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

7.8 Acoplamento-desacoplamento eletrônico de eixos

O CNC permite acoplar dois ou mais eixos entre si, ficando o movimento de todos subordinado ao deslocamento do eixo no qual foram acoplados.

Existem três formas do acoplamento de eixos:

- Acoplamento mecânico dos eixos. Vem imposto pelo fabricante da máquina e se seleciona mediante o parâmetro de máquina de eixos "GANTRY".
- Por PLC. Se permite acoplar e desacoplar cada um dos eixos mediante as entradas lógicas do CNC "SYNCHRO1", "SYNCHRO2", "SYNCHRO3", "SYNCHRO4" e "SYNCHRO5". Cada eixo se acoplará ao indicado no parâmetro de máquina dos eixos "SYNCHRO".
- Por programa. Se permite acoplar e desacoplar de maneira eletrônica dois ou mais eixos entre si, mediante as funções G77 e G78.

7.8.1 Acoplamento eletrônico de eixos (G77)

A função G77 permite selecionar tanto os eixos que se desejam acoplar como o eixo no qual se deseja subordinar o movimento dos mesmos. O seu formato de programação é:

```
G77 <Eixo 1> <Eixo 2> <Eixo 3> <Eixo 4> <Eixo 5>
```

Onde <Eixo 2>, <Eixo 3>, <Eixo 4> e <Eixo 5> indicar-se-ão os eixos que se desejam acoplar ao <Eixo 1>. Será obrigatório definir <Eixo1> e <Eixo2>, enquanto que a programação do resto dos eixos é opcional.

Exemplo:

G77 X Y U ; Adapta os eixos Y U ao eixo X

Ao realizar acoplamentos eletrónicos de eixos têm que ser seguidas as seguintes regras:

- Se permite dispor de um ou dois acoplamentos eletrónicos diferentes.

  G77 X Y U ; Adapta os eixos Y U ao eixo X

  G77 V Z ; Adapta o eixo Z ao V.

- Não se pode acoplar um eixo a outros dois eixos ao mesmo tempo.

  G77 V Y ; Adapta o eixo Y ao V.

  G77 X Y ; Dá erro, pois o eixo Y se encontra acoplado ao V.

- Se permite acoplar vários eixos a um mesmo em sucessivos passos.

  G77 X Z ; Adapta o eixo Z ao X.

  G77 X U ; Adapta o eixo U ao X. —> Z U acoplados ao X.

  G77 X Y ; Adapta o eixo Y ao X. —> Y Z U acoplados ao X.

- Não se permite acoplar um par de eixos acoplados entre si a outro eixo.

  G77 Y U ; Adapta o eixo U ao Y.

  G77 X Y ; Dá erro, pois o eixo Y se encontra acoplado ao U.

7.8.2 Anulação do acoplamento eletrônico de eixos (G78)

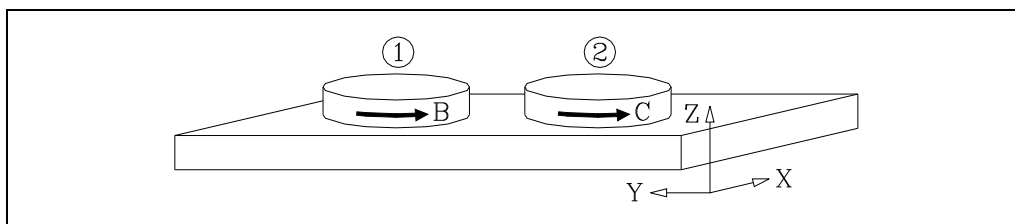
A função G78 permite desacoplar todos os eixos que se encontrem acoplados, ou então desacoplar somente os eixos indicados.

G78	Desacopla todos os eixos que se encontrem acoplados.
G78 <Eixo1> <Eixo2> <Eixo3> <Eixo4>	Desacopla somente os eixos indicados.

Exemplo

```
G77 X Y U    ; Adapta os eixos Y U ao eixo X
G77 V Z      ; Adapta o eixo Z ao V
G78 Y        ; Desacopla Y, se mantêm acoplados U ao X e Z ao V
G78          ; Desacopla todos os eixos
```

7.9 Comutação de eixos G28-G29

Esta função, permite, em máquinas que possuam 2 mesas de usinagem, utilizar um único programa peça, para efetuar as mesmas peças em ambas as mesas.

A função G28 permite comutar um eixo por outro, de tal forma que, a partir da referida instrução, todos os movimentos que estejam associados ao primeiro eixo, que aparece em G28, farão com que o eixo se mova que aparece em segundo lugar e vice-versa.

Formato de programação:

```
G28 (eixo 1) (eixo 2)
```

Para anular a comutação se deve executar a função G29 seguida de um dos dois eixos que se deseja descomutar. Pode-se ter comutados até 3 pares de eixos ao mesmo tempo.

Não é permitido comutar os eixos principais quando está ativo o eixo C no torno.

No momento da ligação, depois de executar-se M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET, se descomutan os eixos sempre que não estejam ativas as funções G48 ou G49.

Exemplo, supondo que o programa de usinagem está definido para mesa 1.

1. Executar um programa de usinagem na mesa 1.
2. G28 BC. Comutação de eixos BC.
3. Deslocamento de origem para usinar na mesa 2.
4. Executar um programa de usinagem.
   - Se executará na mesa 2.
   - Enquanto isso, substituir a peça elaborada na mesa 1 por outra nova.
5. G29 B. Des-comutação de eixos BC.
6. Anular deslocamento de origem para usinar na mesa 1.
7. Executar um programa de usinagem.
   - Se executará na mesa 1.
   - Enquanto isso, substituir a peça elaborada na mesa 2 por outra nova.

COMPENSAÇÃO DE FERRAMENTAS

O CNC possui uma tabela de corretores de comprimento, definida mediante o parâmetro de máquina geral "NTOFFSET", especificando-se por cada corretor:

- O raio da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato R±5.5
- O comprimento da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato L±5.5.
- Desgaste do raio da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato I±5.5 O CNC acrescentará este valor ao raio teórico (R) para calcular o raio real (R+I).
- Desgaste do comprimento da ferramenta, em unidades de trabalho, sendo o seu formato K±5.5. O CNC acrescentará este valor ao comprimento teórico (L) para calcular o comprimento real (L+K).

Quando se deseja compensação radial da ferramenta (G41 ou G42), o CNC aplica como valor de compensação de raio a soma dos valores R+I do corretor selecionado.

Quando se deseja compensação de comprimento da ferramenta (G43), o CNC aplica como valor de compensação de comprimento a soma dos valores L+K do corretor selecionado.

8.1 Compensação do raio da ferramenta (G40, G41, G42)

Nos trabalhos habituais de fresagem, é necessário calcular e definir a trajetória da ferramenta levando em consideração o raio da mesma, de forma que se obtenham as dimensões desejadas da peça.

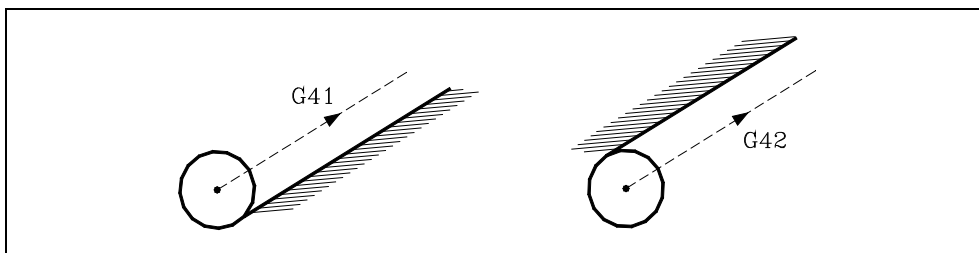
A compensação de raio de ferramenta, permite programar diretamente o contorno da peça sem levar em consideração as dimensões da ferramenta.

O CNC calcula de maneira automática a trajetória que deve seguir a ferramenta, a partir do contorno da peça e do valor do raio da ferramenta armazenado na tabela de corretores.

Existem três funções preparatórias para a compensação do raio de ferramenta:

G40: Anulação da compensação de raio da ferramenta.

G41: Compensação de raio de ferramenta à esquerda.

G42: Compensação de raio de ferramenta à direita.

G41 A ferramenta fica à esquerda da peça conforme o sentido da usinagem.

G42 A ferramenta fica à direita da peça conforme o sentido da usinagem.

Os valores da ferramenta R, L, I, K, devem estar armazenados na tabela de corretores antes de começar o trabalho de usinagem, ou então carregar-se no começo do programa mediante atribuições às variáveis TOR, TOL, TOI, TOK.

Depois de determinado com os códigos G16, G17, G18 ou G19 o plano em que se vai a aplicar a compensação, esta fica efetiva mediante G41 ou G42, adquirindo o valor do corretor selecionado com o código D, ou na falta desta, pelo corretor indicado na tabela de ferramentas para a ferramenta T selecionada.

As funções G41 e G42 são modais e incompatíveis entre si, e são anuladas mediante G40, G04 (interromper a preparação de blocos), G53 (programação com respeito a zero máquina), G74 (busca do zero), ciclos fixos de usinagem (G81, G82, G83, G84, G85, G86, G87, G88, G89), e também no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

8.1.1 Inicio de compensação de raio da ferramenta

Depois de que mediante G16, G17, G18 ou G19 se selecionou o plano no qual se deseja aplicar a compensação de raio de ferramenta, devem utilizar-se para o início da mesma os códigos G41 ou G42.

G41: Compensação de raio de ferramenta à esquerda.

G42: Compensação de raio de ferramenta à direita.

No mesmo bloco no qual se programa G41 ou G42, ou em um anterior, deve ter-se programado as funções T e D ou só T, para selecionar na tabela de corretores o valor de correção a aplicar. Em caso de não se selecionar nenhum corretor, o CNC assumirá D0 com os valores R0 L0 I0 K0.

Quando a nova ferramenta selecionada tem associada a função M06 e Esta possui sub-rotina associada, o CNC tratará o primeiro bloco de movimento da referida sub-rotina como bloco de inicio de compensação.

Se na referida sub-rotina se executa um bloco no que se encontra programada a função G53 (programação em cotas de máquina), se anula a função G41 ou G42 selecionada previamente.

A seleção da compensação de raio da ferramenta (G41 ou G42) somente se pode realizar quando estão ativas as funções G00 ou G01 (movimentos retilíneos).

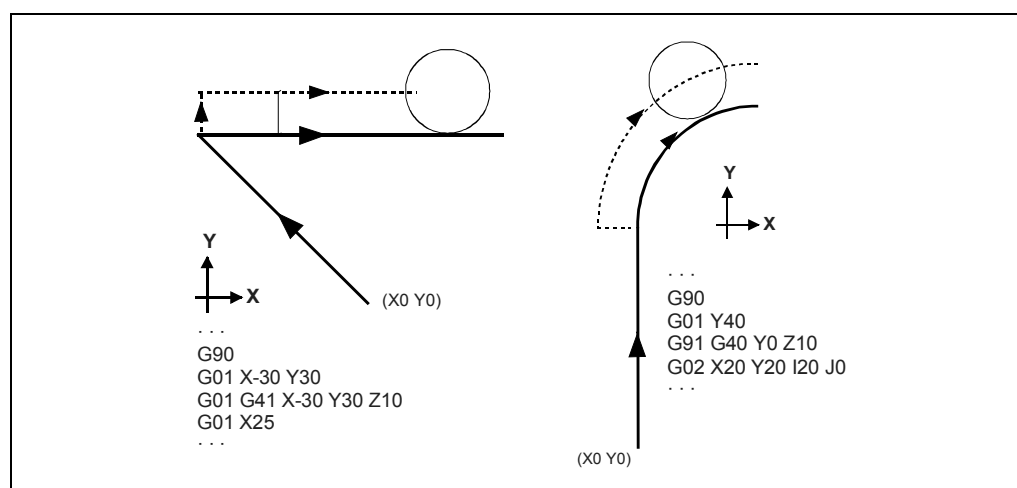
Se a seleção da compensação se realiza estando ativas G02 ou G03, o CNC mostrará o erro correspondente.

Nas páginas seguintes se mostram diferentes casos de inicio de compensação de raio de ferramenta, nas quais a trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontínuo.

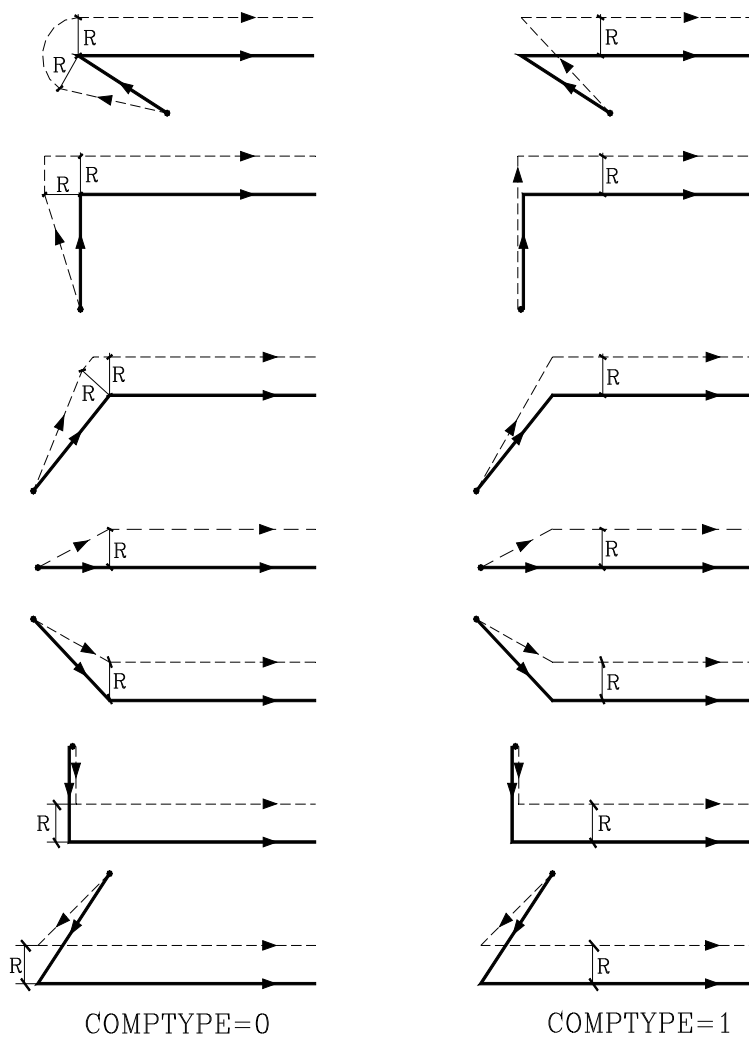
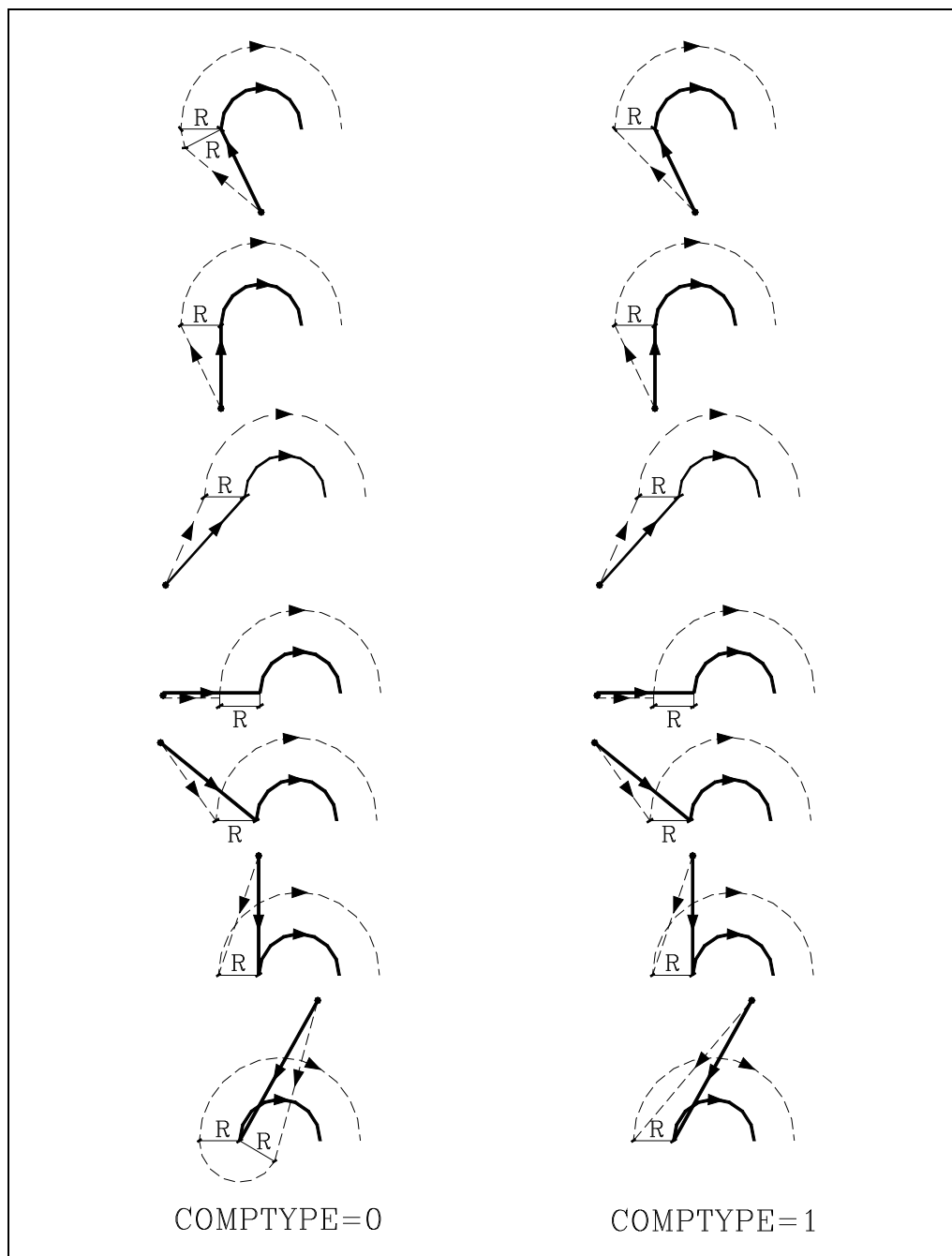
Inicio da compensação sem deslocamento programado

Depois de ativar a compensação, pode acontecer que no primeiro bloco de movimento não intervenham os eixos do plano, quer seja porque não foram programados, ou porque se programou o mesmo ponto no que se encontra a ferramenta ou então porque se programou um deslocamento incremental nulo.

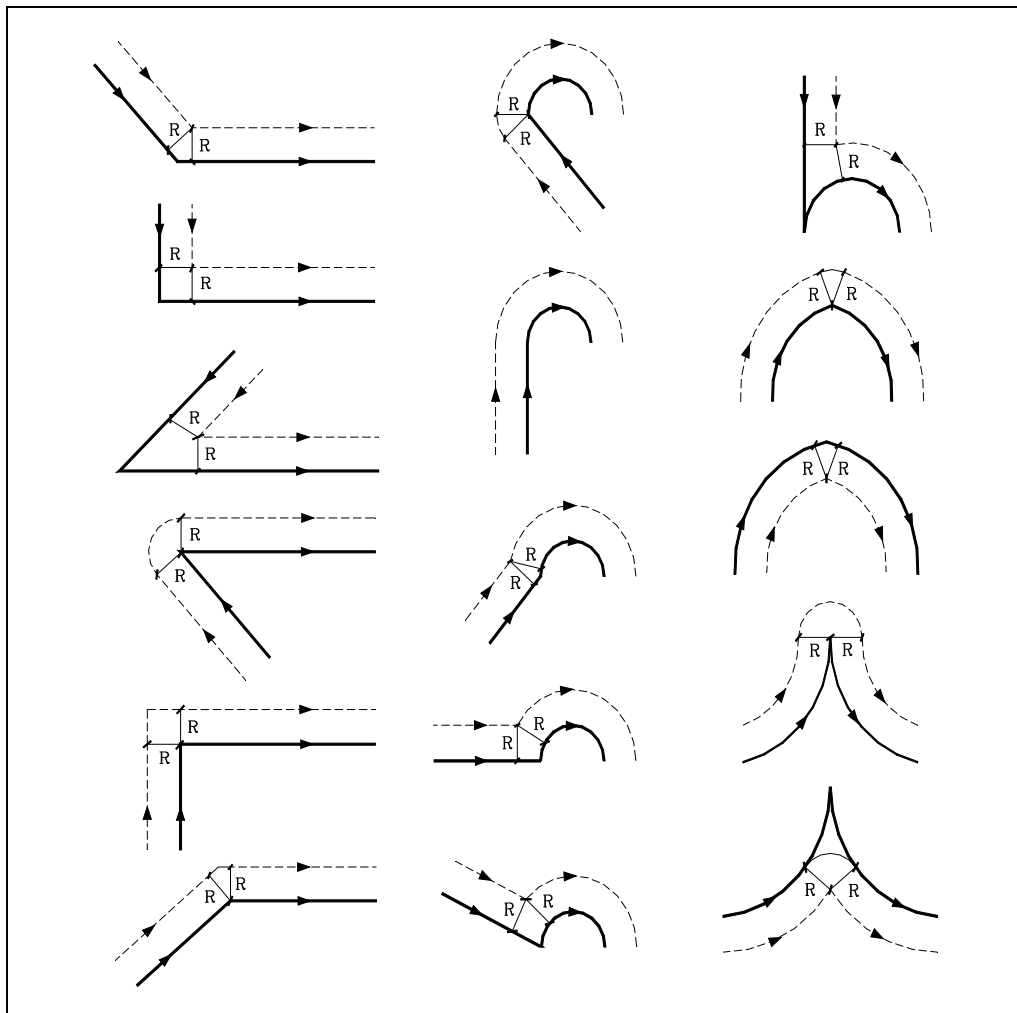
Neste caso a compensação se efetua no ponto em que se encontra a ferramenta; em função do primeiro deslocamento programado no plano, a ferramenta se desloca perpendicular à trajetória sobre o ponto inicial.

O primeiro deslocamento programado no plano poderá ser linear ou circular.

Trajetória RETA-RETA

COMPTYPE=0

COMPTYPE=1

Trajetória RETA-CURVA

8.1.2 Trechos de compensação de raio de ferramenta

O CNC vai lendo até vinte blocos por diante do que está executando, com o objetivo de calcular com antecipação a trajetória a percorrer. O CNC quando trabalha com compensação, necessita conhecer o deslocamento programado seguinte, para calcular a trajetória a percorrer, por esse motivo não se poderá programar 18 ou mais blocos seguidos sem movimento.

A seguir se mostram uns gráficos onde se refletem as diversas trajetórias seguidas por uma ferramenta controlada por um CNC programado com compensação de raio. A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

O modo no qual se faz a junção das diferentes trajetórias depende de como tenha sido personalizado o parâmetro de máquina COMPMODE.

- Se se personalizou com valor ·0·, o método de compensação depende do ângulo entre trajetórias.

  Com um ângulo entre trajetórias até 300º, ambas trajetórias se unem com trechos retos. No resto dos casos ambas trajetórias se unem com trechos circulares.

- Se se personalizou com valor ·1·, ambas as trajetórias se unem com trechos circulares.
- Se se personalizou com valor ·2·, o método de compensação depende do ângulo entre trajetórias.

  Com um ângulo entre trajetórias até 300º, se calcula a interseção. No resto dos casos se compensa como COMPMODE = 0.

8.1.3 Anulação de compensação de raio de ferramenta

A anulação da compensação do raio se efetua mediante a função G40.

Tem que ser levado em consideração que a anulação da compensação do raio (G40), somente pode efetuar-se num bloco no qual esteja programado um movimento retilíneo (G00 ou G01).

Quando se programa G40, estando ativas as funções G02 ou G03, o CNC visualizará o erro correspondente.

Nas páginas seguintes se mostram diferentes casos de anulação de compensação de raio de ferramenta, nas quais a trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontínuo.

Fim da compensação sem deslocamento programado

Depois de anular a compensação, pode acontecer que no primeiro bloco de movimento não intervenham os eixos do plano, quer seja porque não foram programados, ou porque se programou o mesmo ponto no que se encontra a ferramenta ou então porque se programou um deslocamento incremental nulo.

Neste caso a compensação se anula no ponto em que se encontra a ferramenta; em função do último deslocamento executado no plano, a ferramenta se desloca ao ponto final sem compensar a trajetória programada.

Trajetória RETA-RETA

COMPTYPE=0

COMPTYPE=1

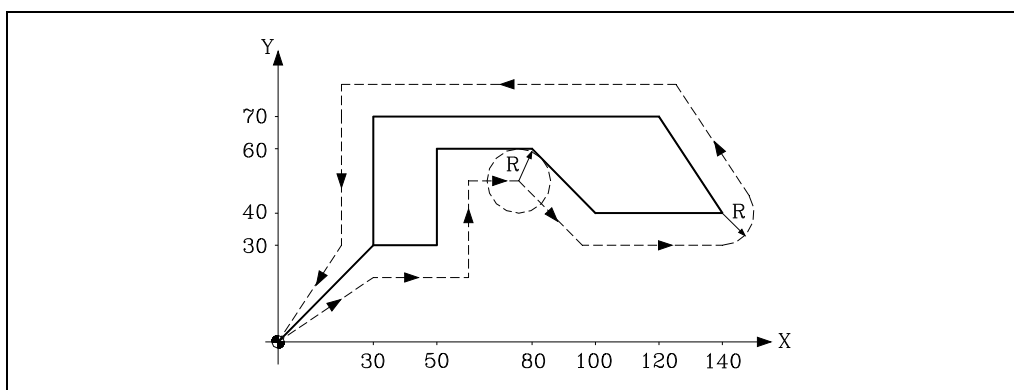
Trajetória CURVA-RETA

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

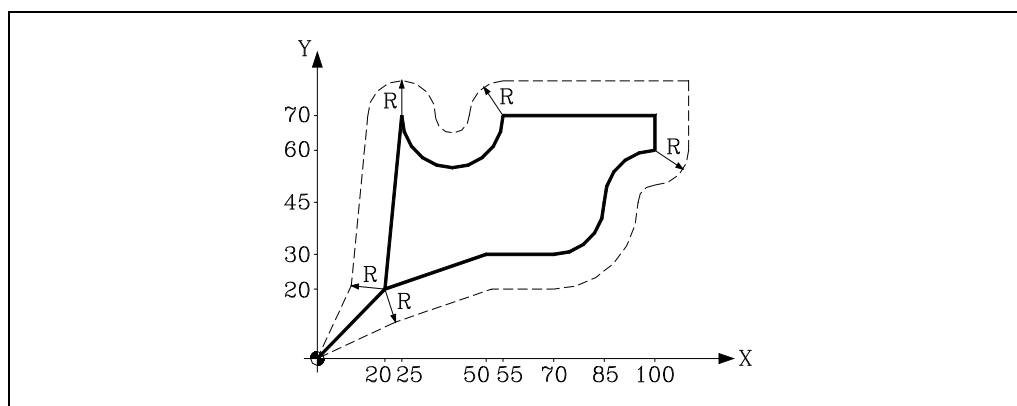
Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0
; Ferramenta, corretor e arranque spindle a S100
G90 G17 S100 T1 D1 M03
; Inicia compensação
G41 G01 X40 Y30 F125Y70
X90
Y30
X40
; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0
M30
```

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0
; Ferramenta, corretor e arranque spindle a S100
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03
; Inicia compensação
G42 G01 X30 Y30
X50
Y60
X80
X100 Y40
X140
X120 Y70
X30
Y30
; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0
M30
```

Exemplo de usinagem com compensação de raio

A trajetória programada se representa com traço contínuo e a trajetória compensada com traço descontinuo.

Raio da ferramenta	10mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0
; Ferramenta, corretor e arranque spindle a S100
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03
; Inicia compensação
G42 G01 X20 Y20
X50 Y30
X70
G03 X85Y45 I0 J15
G02 X100 Y60 I15 J0
G01 Y70
X55
G02 X25 Y70 I-15 J0
G01 X20 Y20
; Anula compensação
G40 G00 X0 Y0 M5
M30
```

8.1.4 Mudança do tipo de compensação de raio durante a usinagem

A compensação se pode mudar de G41 a G42 ou vice-versa sem necessidade de anulá-la com G40. A mudança se pode realizar em qualquer bloco de movimento e incluso num de movimento nulo; isto é, sem movimento nos eixos do plano ou programando duas vezes o mesmo ponto.

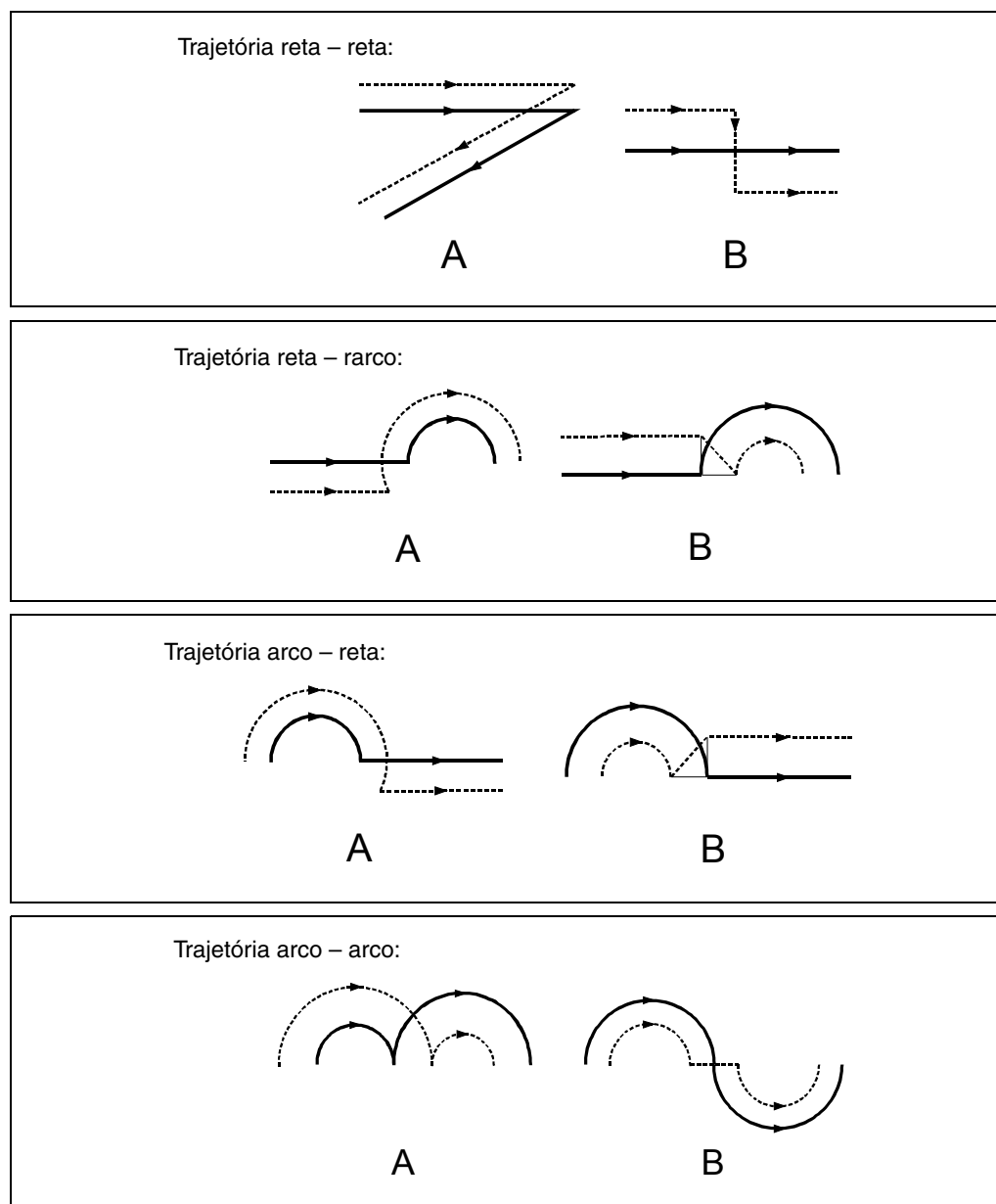
Se compensam, independentemente, o último movimento anterior à mudança e o primeiro movimento posterior à mudança. Para realizar a mudança do tipo de compensação, os diferentes casos se resolvem seguindo os seguintes critérios:

A. As trajetórias compensadas se cortam.

As trajetórias programadas se compensam cada uma pelo lado que lhe corresponde. A mudança de lado se produz no ponto de corte entre ambas as trajetórias.

B. As trajetórias compensadas não se cortam.

Se introduz um trecho adicional entre ambas trajetórias. Desde o ponto perpendicular à primeira trajetória no ponto final até ao ponto perpendicular à segunda trajetória no ponto inicial. Ambos os pontos se situam a uma distância R da trajetória programada.

A seguir se expõe um resumo dos diferentes casos:

8.2 Compensação do comprimento da ferramenta (G43, G44, G15)

A compensação longitudinal permite compensar possíveis diferenças de comprimento entre a ferramenta programada e a ferramenta que se vai empregar.

A compensação longitudinal se aplica ao eixo indicado pela função G15, ou na falta deste, ao eixo perpendicular ao plano principal.

Se G17 se aplica compensação longitudinal ao eixo Z

Se G18 se aplica compensação longitudinal ao eixo Y

Se G19 se aplica compensação longitudinal ao eixo X

Sempre que se programe uma das funções G17, G18 ou G19, o CNC assume como novo eixo longitudinal (eixo sobre o que se realizará a compensação longitudinal), o eixo perpendicular ao plano selecionado.

Pelo contrário, quando se executa a função G15 estando ativa uma das funções G17, G18 ou G19, o novo eixo longitudinal selecionado, mediante G15, substituirá o anterior.

Os códigos das funções utilizadas na compensação de comprimento são:

G43: Compensação do comprimento da ferramenta.

G44: Anulação de compensação de comprimento de ferramenta

A função G43 somente indica que se deseja aplicar compensação longitudinal. O CNC aplica a referida compensação a partir do momento em que se efetua um deslocamento do eixo longitudinal.

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z50
 ; Ferramenta, corretor...
G90 G17 F150 S100 T1 D1 M03
; Seleciona compensação
G43 G01 X20 Y20
X70
; Inicia compensação
Z30
```

O CNC compensa o comprimento de acordo com o valor do corretor selecionado com o código D, ou na falta deste, pelo corretor indicado na tabela de ferramentas para a ferramenta T selecionada.

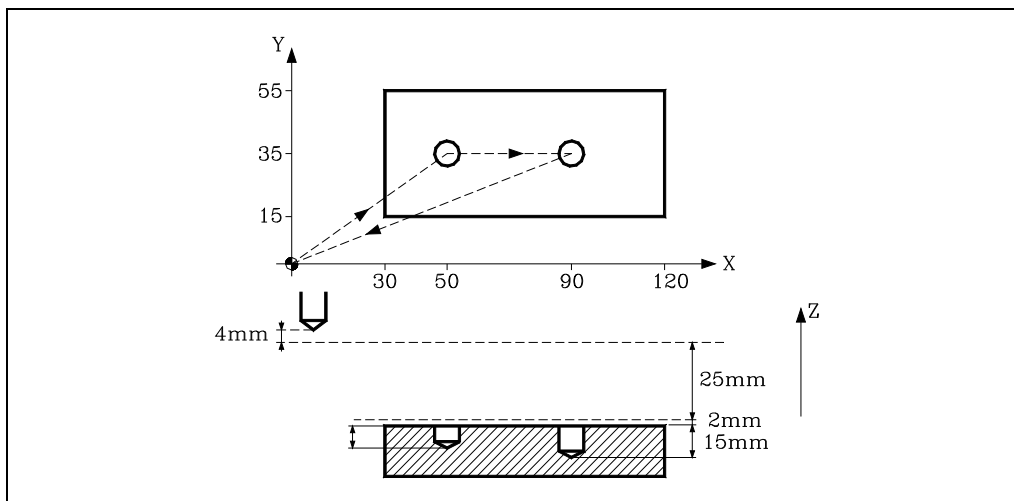
Os valores da ferramenta R, L, I, K, devem estar armazenados na tabela de corretores antes de começar o trabalho de usinagem, ou então carregar-se no começo do programa mediante atribuições às variáveis TOR, TOL, TOI, TOK.

Em caso de não se selecionar nenhum corretor, o CNC assumirá D0 com os valores R0 L0 I0 K0.

A função G43 é modal e pode ser anulada mediante as funções G44 e G74 (busca de zero). Se se personalizou o parâmetro geral "ILCOMP=0" também se anula no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

A função G53 (programação com respeito a zero máquina) anula temporariamente a função G43, somente durante a execução do bloco que contém G53.

A compensação de comprimento pode usar-se junto com os ciclos fixos, mas neste caso tem que ter a precaução de aplicar a referida compensação antes do começo do ciclo.

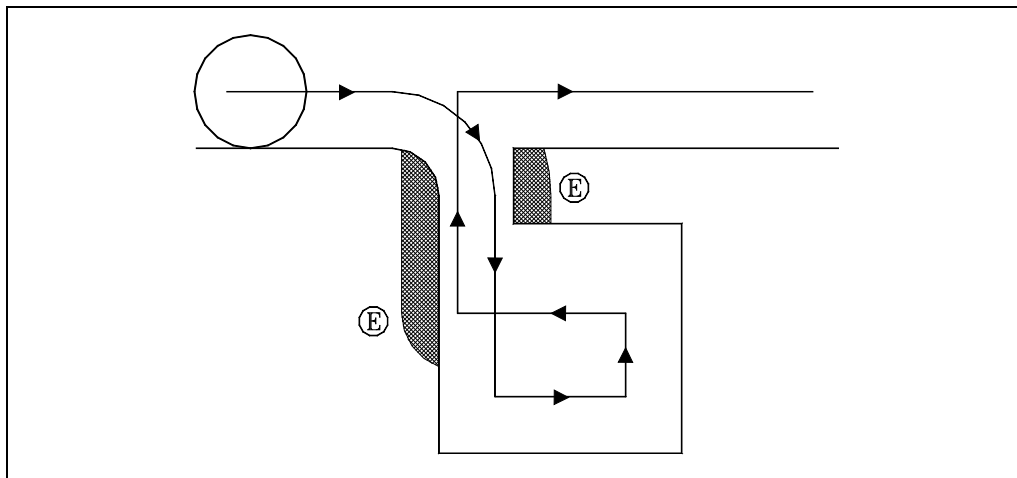
Exemplo de usinagem com compensação de comprimento

Presume-se que a ferramenta utilizada é 4 mm mais curta que a programada.

Comprimento da ferramenta	-4mm
Número de ferramenta	T1
Número do corretor	D1

```
; Pré-seleção
G92 X0 Y0 Z0
; Ferramenta, corretor...
G91 G00 G05 X50 Y35 S500 M03
; Inicia compensação
G43 Z-25 T1 D1
G01 G07 Z-12 F100
G00 Z12
X40
G01 Z-17
; Anula compensação
G00 G05 G44 Z42 M5
G90 G07 X0 Y0
M30
```

8.3 Detecção de choques (G41 N, G42 N)

Mediante esta opção, o CNC permite analisar com antecipação os blocos a executar com o objetivo de detectar voltas (interseções do perfil com ele próprio) ou colisões no perfil programado. O número de blocos a analisar pode ser definido pelo usuário, podendo ser analisados até 50 blocos.

O exemplo mostra erros de usinagem (E) devidos a uma colisão no perfil programado. Este tipo de erros se pode evitar mediante a detecção de colisões.

Quando se detecta uma volta ou uma colisão, os blocos que a originam não serão executados e se mostrará um aviso por cada volta ou colisão eliminada.

Casos possíveis: Degrau na trajetória reta, degrau em trajetória circular e raio de compensação demasiado grande.

A informação contida nos blocos eliminados, e que não seja o movimento no plano ativo, será executada (incluindo os movimentos de outros eixos).

A detecção de blocos se define e ativa mediante as funções de compensação de raio, G41 e G42. Se inclui um novo parâmetro N (G41 N e G42 N) para ativar a função e definir o número de blocos a analisar.

Valores possíveis desde N3 até N50. Sem "N", ou com N0, N1 e N2 atua como em versões anteriores.

Nos programas gerados via CAD que estão formados por muitos blocos de comprimento mui pequeno se recomenda utilizar valores de N baixos (da ordem de 5) se não se quer penalizar o tempo de processo de bloco

Quando está ativa esta função se mostra G41 N ou G42 N na história de funções G ativas.

CICLOS FIXOS

9

Os ciclos fixos podem ser executados em qualquer plano, realizando-se o aprofundamento conforme o eixo selecionado como eixo longitudinal mediante a função G15, ou na falta deste, conforme o eixo perpendicular ao referido plano.

As funções que possui o CNC para definir os ciclos fixos de usinagem são:

G69	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável.
G81	Ciclo fixo de furação.
G82	Ciclo fixo de furação com temporização.
G83	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante.
G84	Ciclo fixo de rosqueamento com macho.
G85	Ciclo fixo de escareado.
G86	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso no avanço rápido (G00).
G87	Ciclo fixo do bolsão retangular.
G88	Ciclo fixo do bolsão circular.
G89	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em avanço de trabalho G01.
G210	Ciclo fixo de fresagem de furação.
G211	Ciclo fixo de fresagem de rosca interior.
G212	Ciclo fixo de fresagem de rosca exterior.

Além disso, possui as seguintes funções que podem ser utilizadas com os ciclos fixos de usinagem:

G79	Modificação de parâmetros do ciclo fixo.
G98	Volta ao plano de partida, depois de executado o ciclo fixo.
G99	Volta ao plano de referência, depois de executado o ciclo fixo.

9.1 Definição de ciclo fixo

Um ciclo fixo se define mediante a função G indicativa de ciclo fixo e os parâmetros correspondentes ao ciclo desejado.

Não se poderá definir um ciclo fixo num bloco que contenha movimentos não lineares (G02, G03, G08, G09, G33 o G34).

Da mesma maneira, não se permite executar um ciclo fixo estando ativas as funções G02, G03, G33 ou G34. Além disso, o CNC visualizará o erro correspondente.

Não obstante, depois de definido um ciclo fixo, nos blocos que se seguem, poderá programar-se as funções G02, G03, G08 ou G09.

9.2 Zona de influência de ciclo fixo

Depois de definido um ciclo fixo, este se mantém ativo, ficando todos os blocos que se programem a seguir sob a influência do referido ciclo fixo, enquanto este não seja anulado.

Isto é, cada vez que se executa um bloco no qual se programou algum movimento dos eixos, o CNC efetuará, depois do deslocamento programado, a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo.

Se num bloco de movimento que esteja dentro da zona de influência do ciclo fixo, se programa no final do bloco, o "número de vezes que se executa o bloco" (N), o CNC efetua o deslocamento programado e a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo, o número de vezes que se indica.

Quando se programa um "número de vezes" NÃ0, não se executará a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo. O CNC executará somente o deslocamento programado.

Dentro da zona de influência de um ciclo fixo, se existe um bloco que não contenha movimento, não se efetuará a usinagem correspondente ao ciclo fixo definido, a não ser no bloco de chamada.

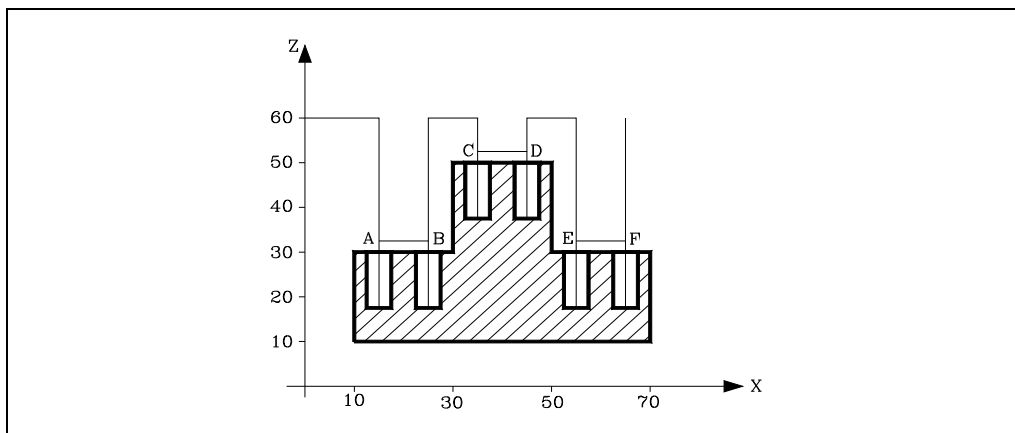
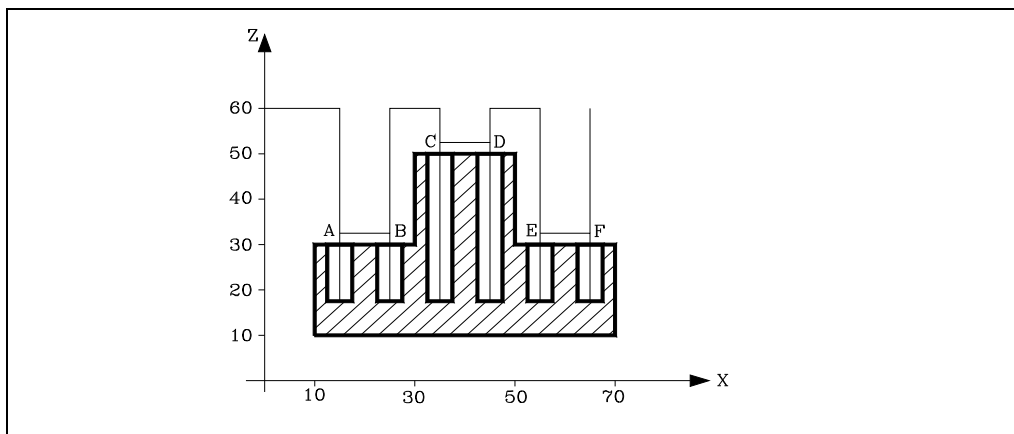
G81...	Definição e execução do ciclo fixo (furação).
G90 G1 X100	O eixo X se desloca à cota X100, onde se efetua outra furação.
G91 X10 N3	O CNC efetua 3 vezes a seguinte operação: • deslocamento incremental X10. • Executa o ciclo fixo que se encontra definido.
G91 X20 N0	Somente deslocamento incremental X20, sem furação.

9.2.1 G79. Modificação de parâmetros do ciclo fixo

O CNC permite, dentro da zona de influência de ciclo fixo, mediante a programação da função G79 modificar um ou vários parâmetros de um ciclo fixo ativo, sem a necessidade de definir outra vez.

O CNC seguirá mantendo ativo o ciclo fixo, realizando-se as usinagens do ciclo fixo com os parâmetros atualizados.

No bloco que se define a função G79 não se poderão definir mais funções.

A seguir se mostram 2 exemplos, de programação supondo que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y, e que o eixo longitudinal é o eixo Z.

```
T1
M6
; Ponto de partida.
G00 G90 X0 Y0 Z60
; Define o ciclo de furação. Executa furação em A.
G81 G99 G91 X15 Y25 Z-28 I-14
; Executa furação em B.
G98 G90 X25
; Modifica plano referência e profundidade de usinagem.
G79 Z52
; Executa furação em C.
G99 X35
; Executa furação em D.
G98 X45
; Modifica plano referência e profundidade de usinagem.
G79 Z32
; Executa furação em E.
G99 X55
; Executa furação em F.
G98 X65
M30
```

```
T1
M6
; Ponto de partida.
G00 G90 X0 Y0 Z60
; Define o ciclo de furação. Executa furação em A.
G81 G99 X15 Y25 Z32 I18
; Executa furação em B.
G98 X25
; Modifica plano referência.
G79 Z52
; Executa furação em C.
G99 X35
; Executa furação em D.
G98 X45
; Modifica plano referência.
G79 Z32
; Executa furação em E.
G99 X55
; Executa furação em F.
G98 X65
M30
```

9.3 Anulação de ciclo fixo

A anulação de um ciclo fixo poderá realizar-se:

- Mediante a função G80 que poderá programar-se em qualquer bloco.
- Depois de definir um novo ciclo fixo. Este anulará e substituirá a qualquer outro que estivesse ativo.
- Depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.
- Ao realizar uma busca de zero com a função G74.
- Selecionando um novo plano de trabalho mediante as funções G16, G17, G18 ou G19.

9.4 Considerações gerais

- Um ciclo fixo pode ser definido em qualquer parte do programa, isto é, se pode definir tanto no programa principal como numa sub-rotina.
- Desde um bloco da zona de influência dum ciclo fixo poderão realizar-se chamadas a sub-rotinas sem que implique a anulação de ciclo fixo.
- A execução de um ciclo fixo não altera a história das funções "G" anteriores.
- Também não se alterará o sentido de rotação do spindle. Se poderá entrar num ciclo fixo com qualquer sentido de rotação (M03 ou M04), saindo com o mesmo que se entrou.

  Em caso de entrar num ciclo fixo com o spindle parado, este dará a partida às direitas (M03), mantendo-se o sentido de rotação, depois de finalizado o ciclo.
- Quando se deseja aplicar fator de escala quando se trabalha com ciclos fixos, é aconselhável que o referido fator de escala seja comum a todos os eixos implicados.
- A execução de um ciclo fixo anula a compensação de radio (G41 e G42). É equivalente a G40.
- Quando se deseja utilizar a compensação de comprimento de ferramenta (G43), esta função deverá ser programada no mesmo bloco ou num anterior à definição do ciclo fixo.

  Como o CNC aplica a compensação longitudinal a partir do momento no qual se efetua um deslocamento do eixo longitudinal, é aconselhável, quando se define a função G43 na definição do ciclo, posicionar a ferramenta fora da zona na qual se deseja efetuar o ciclo fixo.
- A execução de qualquer ciclo fixo alterará o valor do Parâmetro Global P299.

9.5 Ciclos fixos de usinagem

Em todos os ciclos de usinagem existem três cotas ao longo do eixo longitudinal que devido à sua importância se comentam a seguir:

- Cota do plano de partida. Esta cota vem dada pela posição que ocupa a ferramenta com respeito ao zero máquina quando se ativa o ciclo.
- Cota do plano de referência. Se programa no bloco de definição do ciclo e representa uma cota de aproximação à peça, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, neste caso estará referido ao plano de partida.
- Cota de profundidade de usinagem. Se programa no bloco de definição do ciclo, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, neste caso estará referido ao plano de referência.

Existem duas funções que permitem selecionar o retrocesso do eixo longitudinal depois da usinagem.

- G98: Seleciona o retrocesso da ferramenta até o plano de partida, depois de realizada a usinagem indicada.
- G99: Seleciona o retrocesso da ferramenta até o plano de referência, depois de realizada a usinagem indicada.

Estas funções poderão ser usadas tanto no bloco de definição do ciclo como nos blocos que se encontrem sob a influência de ciclo fixo. O plano de partida corresponde à posição ocupada pela ferramenta no momento de definição do ciclo.

A estrutura de um bloco de definição de ciclo fixo é a seguinte:

G**	Ponto de usinagem	Parâmetros	F S T D M	N****

No bloco de definição de ciclo fixo se permite programar o ponto de usinagem (exceto o eixo longitudinal), tanto em coordenadas polares como em coordenadas cartesianas.

Depois da definição do ponto no qual se deseja realizar o ciclo fixo (opcional), se definirá a função e os parâmetros correspondentes ao ciclo fixo, programando-se a seguir, se se deseja, as funções complementares F S T D M.

Quando se programa no final do bloco o "número de vezes que se executa o bloco" (N), o CNC efetua o deslocamento programado e a usinagem correspondente ao ciclo fixo ativo, o número de vezes que se indica.

Quando se programa um "número de vezes" NÃ0, não se executará a usinagem correspondente ao ciclo fixo. O CNC executará somente o deslocamento programado.

O funcionamento geral de todos os ciclos é o seguinte:

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2. Posicionamento (se foi programado) no ponto de começo do ciclo programado.

3. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.

4. Execução do ciclo de usinagem programado.

5. Retrocesso, em rápido, do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Na explicação detalhada de cada um dos ciclos presume-se que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y e que o eixo longitudinal é o eixo Z.

Programação em outros

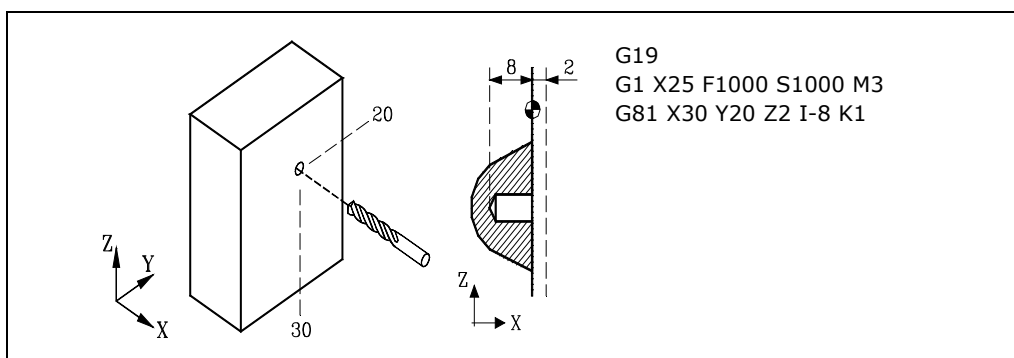
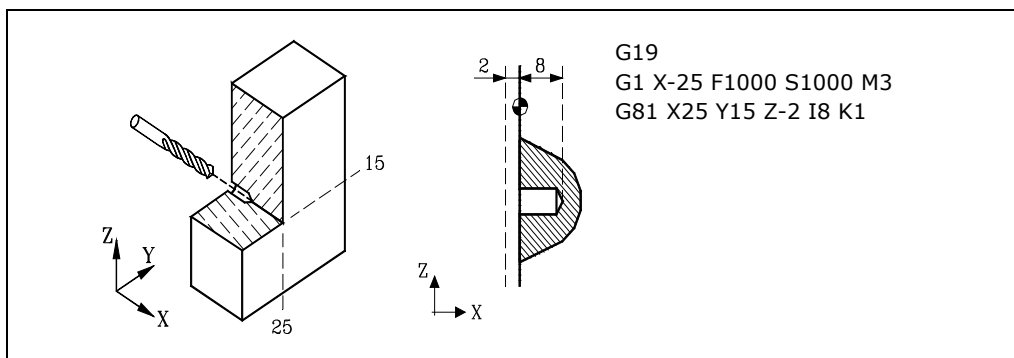
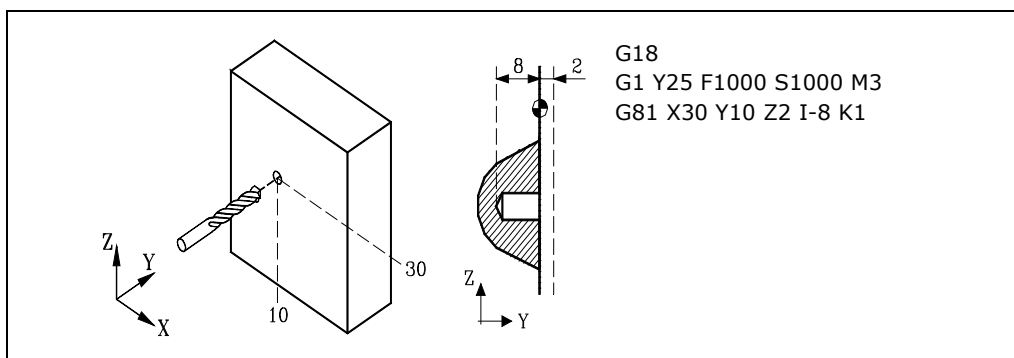
O formato de programação sempre é o mesmo, não depende do plano de trabalho. Os parâmetros XY indicam a cota no plano de trabalho (X = abcissa, Y = ordenada) e os aprofundamentos se efetuam conforme o eixo longitudinal.

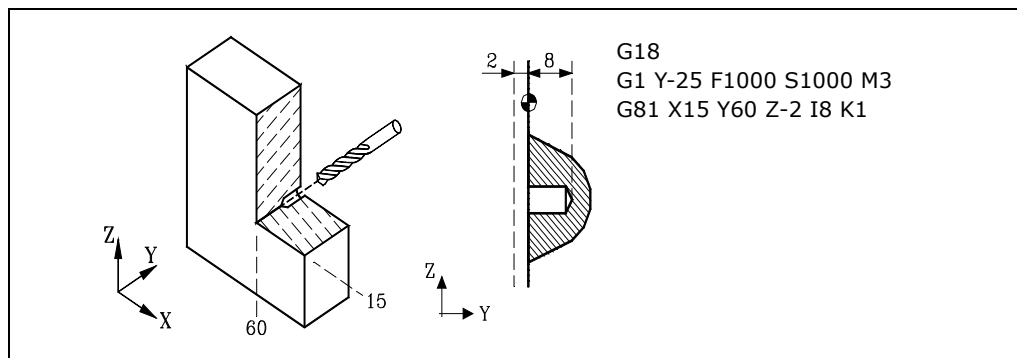
Nos exemplos que se citam a seguir se indica como realizar furações no X e Y em ambos os sentidos.

A função G81 define o ciclo fixo de furação. Se define com os parâmetros:

- X cota do ponto a usinar conforme o eixo de abcissas.
- Y cota do ponto a usinar conforme o eixo de ordenadas.
- I profundidade de furação.
- K Temporização no fundo.

Nos seguintes exemplos a superfície da peça tem cota 0, se desejam furações de profundidade 8 mm e a cota de referência está separada 2 mm da superfície da peça.

Exemplo 1:

Exemplo 2:

Exemplo 3:

Exemplo 4:

```
G18
G1 Y-25 F1000 S1000 M3
G81 X15 Y60 Z-2 I8 K1
```

9.6 G69. Ciclo fixo de furação profunda com passo variável

Este ciclo realiza sucessivos passos de furação até conseguir a cota final programada. A ferramenta retrocede uma quantidade fixa depois de cada furação, podendo selecionar-se que cada ·J· furações retroceda até o plano de referência. Da mesma maneira permite programar uma temporização depois de cada aprofundamento.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

G69 G98/G99 X Y Z I B C D H J K L R

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade de furação

Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá à superfície da peça.

[B5.5]Passo mínimo de furação

Define o passo da furação no eixo longitudinal.

[C5.5]Aproximação até a furação anterior

Define até que distância, do passo de furação anterior, se deslocará com rapidez (G00) o eixo longitudinal na sua aproximação à peça para realizar um novo passo de furação.

Se não se programa se toma o valor 1 mm. Se se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[D5.5]Plano de referência

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará a furação.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará ao passo de furação "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H±5.5]Retrocesso após a furação

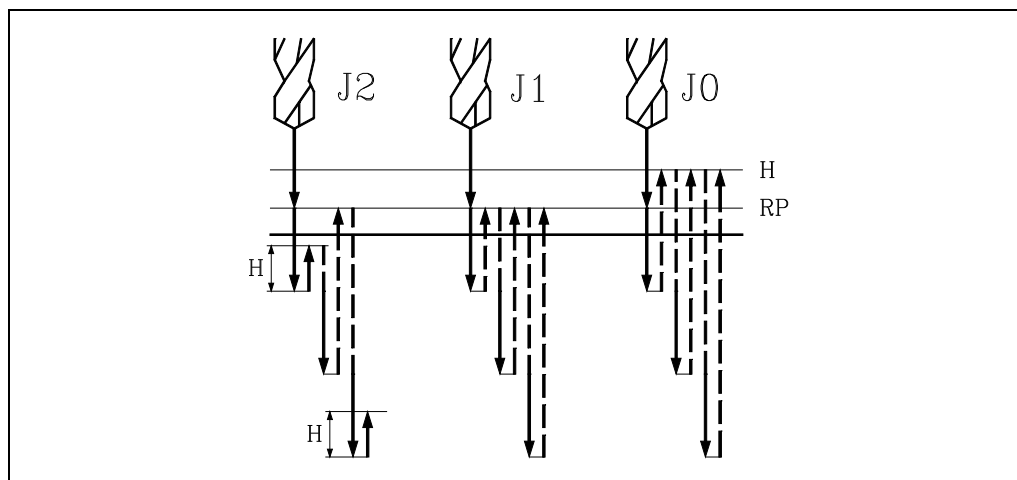
Distância ou cota à que retrocede, de maneira rápida (G00), o eixo longitudinal depois de cada passo de furação.

Com "J" diferente de 0 indica a distância e com "J=0" indica a cota de desafogo ou cota absoluta à que retrocede.

Se não se programa, o eixo longitudinal retrocederá até o plano de referência.

[J4]Passos de furação a ferramenta para retroceder ao plano de partida

Define cada quantos passos de furação a ferramenta volta ao plano de referência em G00. Se pode programar um valor compreendido entre 0 e 9999.

Se não se programa ou se programa com valor 0 volta à cota indicada em H (cota de desafogo) depois de cada passo de furação.

- Com J maior que 1 em cada passo retrocede a quantidade indicada em H e cada J passos até o plano de referência (RP).
- Com J1 em cada passo retrocede até o plano de referência (RP).
- Com J0 em cada passo retrocede até à cota de desafogo indicada em H.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada passo de furação, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

[L5.5]Passo mínimo de furação

Define o mínimo valor que pode adquirir o passo de furação. Este parâmetro utiliza com valores de R diferentes de 1. Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor 1 mm.

[R5.5]Fator de redução para os passos de furação

Fator de redução do passo de furação "B". Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor 1.

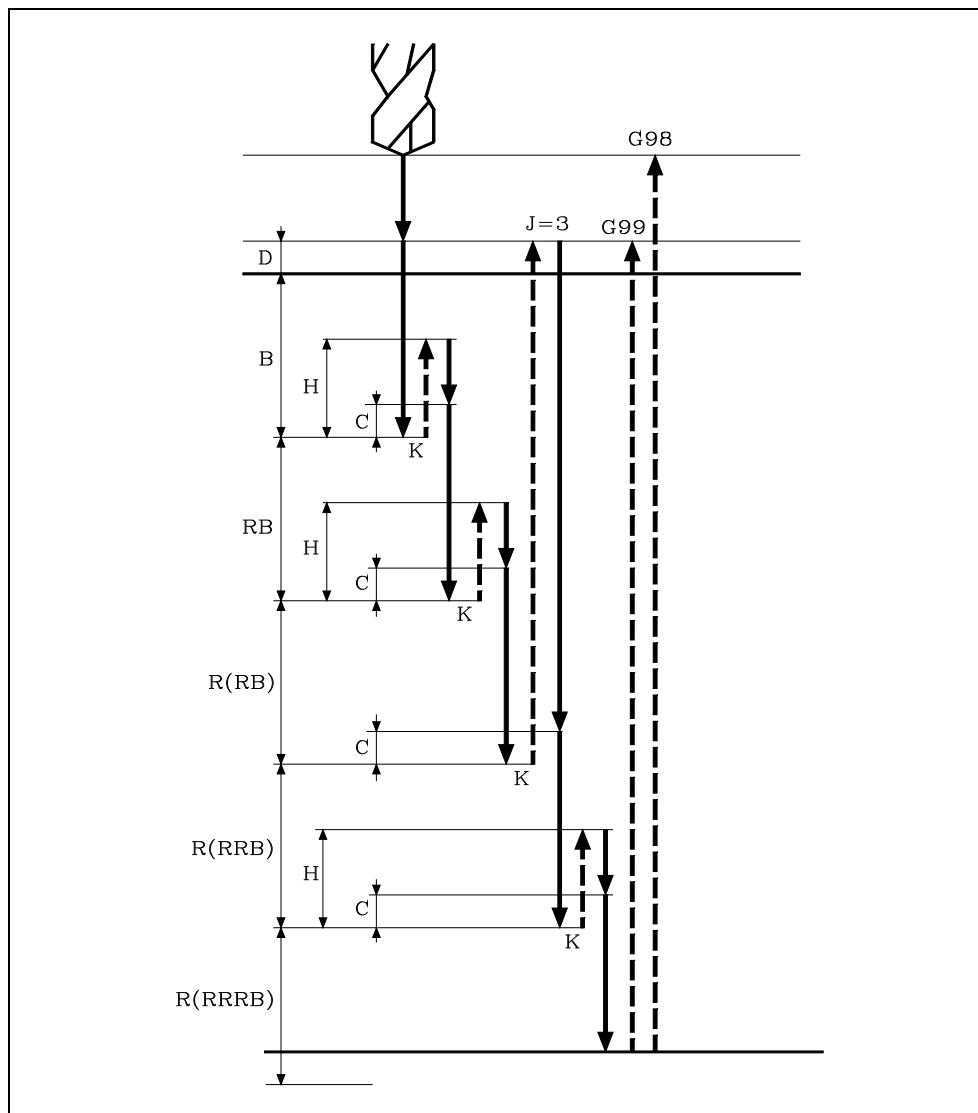
Se R é igual a 1, os passos de furação são iguais e do valor programado "B".

Se R não é igual a 1, o primeiro passo de furação será "B", o segundo "R B", o terceiro "R (RB)", e assim sucessivamente, isto é, a partir do segundo passo o novo passo será o produto do fator R pelo passo anterior.

Quando se seleciona R com valor diferente de 1, o CNC não permitirá passos menores que o programado em L.

9.6.1 Funcionamento básico.

1.Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2.Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.

3.Primeiro aprofundamento de furação. Deslocamento, no avanço de trabalho do eixo longitudinal até a profundidade Incremental programada em "B + D".

4.Volta de furação. Os passos seguintes se repetirão até atingir a cota de profundidade de usinagem programada em I.

·1·Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.

·2·Retrocesso do eixo longitudinal com rapidez (G00) até ao plano de referência, quando se efetuaram o número de aprofundamentos programados em J, ou bem retrocedendo a distância programada em "H", em caso contrário.

·3·Aproximação do eixo longitudinal, com rapidez (G00), até uma distância "C" do passo de furação anterior.

·4·Passo novo de furação. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho (G01), até o seguinte aprofundamento incremental conforme "B" e "R".

Este deslocamento se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)".

Se P51=0 em G7 (aresta viva). Se P51=1 em G50 (arredondamento de aresta controlada).

5.Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.

6.Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

O primeiro aprofundamento de furação se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)" e ao parâmetro "INPOSW1 (P19)". Isto é importante para unir uma furação com outra em caso de furações múltiplas, para que a trajetória seja mais rápida e suave.

Se INPOSW2 < INPOSW1 em G07 (aresta viva).

Se INPOSW2 >= INPOSW1 em G50 (arredondamento de aresta controlada).

Quando se aplica fator de escala a este ciclo, se deverá levar em consideração que o referido fator de escala afetará somente às cotas do plano de referência e à profundidade de furação.

Por esse motivo e devido a que o parâmetro "D", não se vê afetado pelo fator de escala, a cota de superfície da peça, não será proporcional ao ciclo programado.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G69 G98 G91 X100 Y25 Z-98 I-52 B12 C2 D2 H5 J2 K150 L3 R0.8 F100 S500 M8
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Retirada da ferramenta

Durante a usinagem, o CNC permite retirar a ferramenta para o plano de partida, parando o spindle depois deste ser alcançado.

Ao ser ativada a marca de PLC RETRACYC (M5065), se efetua uma parada do eixo principal e se faz a retirada sem parar o spindle. O spindle se pára ao terminar a retirada, depois de alcançado o plano de partida.

Opções depois de realizar a retirada de ferramenta

Depois de executada a retirada, o usuário terá as seguintes opções:

- Terminar o furo.
- Ir ao seguinte furo.
- Entrar num processo de inspeção de ferramenta.

Depois disto, o CNC dará o seguinte mensagem:

“Para terminar o ciclo pressionar START, para saltar ao seguinte SKIPCYCL“.

Terminar o furo:

Para terminar o furo pressionar a tecla [START].

Baixa em G0 com o spindle em funcionamento até um milímetro antes da cota em que se parou o furo. A partir de aí, se continua com o F e o S programados no ciclo.

Ir ao seguinte furo:

Para ir ao seguinte furo ativar a marca de PLC SKIPCYCL.

Nesse momento, aparecerá o seguinte mensagem no CNC:

"Para continuar pressionar START".

Depois de pressionar a tecla [START], o CNC dá por terminado o ciclo e continua com o seguinte bloco.

Entrar num processo de inspeção de ferramenta:

Se não se deseja terminar o furo nem passar ao seguinte furo, se pode entrar num processo padrão de inspeção de ferramenta.

Neste caso, se terá que efetuar uma seleção de bloco e um reposicionamento padrão para continuar com a execução do programa.

Depois de realizar a inspeção de ferramenta, e depois de terminada a reposição, se terá as seguintes possibilidades:

- Continuar com o ciclo em que se interrompeu.
- Saltar o ciclo que se interrompeu e continuar com o seguinte bloco.

9.7 G81. Ciclo fixo de furação

Este ciclo realiza uma furação no ponto indicado até atingir a cota final programada. Se permite programar uma temporização no fundo da furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G81 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade de furação

Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada passo de furação, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.7.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Furação do furo. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho, até o fundo de usinagem programado em I.
4. Tempo de espera K em centésimas de segundo, se foi programado.
5. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G81 G98 G00 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 F100 S500
; Origem coordenadas polares.
G93 I250 J250
; Rotação e ciclo fixo 3 vezes.
Q-45 N3
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Retirada da ferramenta

Durante a usinagem, o CNC permite retirar a ferramenta para o plano de partida, parando o spindle depois deste ser alcançado.

Ao ser ativada a marca de PLC RETRACYC (M5065), se efetua uma parada do eixo principal e se faz a retirada sem parar o spindle. O spindle se pára ao terminar a retirada, depois de alcançado o plano de partida.

Opções depois de realizar a retirada de ferramenta

Depois de executada a retirada, o usuário terá as seguintes opções:

- Terminar o furo.
- Ir ao seguinte furo.
- Entrar num processo de inspeção de ferramenta.

Depois disto, o CNC dará o seguinte mensagem:

"Para terminar o ciclo pressionar START, para saltar ao seguinte SKIPCYCL".

Terminar o furo:

Para terminar o furo pressionar a tecla [START].

Baixa em G0 com o spindle em funcionamento até um milímetro antes da cota em que se parou o furo. A partir de aí, se continua com o F e o S programados no ciclo.

Ir ao seguinte furo:

Para ir ao seguinte furo ativar a marca de PLC SKIPCYCL.

Nesse momento, aparecerá o seguinte mensagem no CNC:

"Para continuar pressionar START".

Depois de pressionar a tecla [START], o CNC dá por terminado o ciclo e continua com o seguinte bloco.

Entrar num processo de inspeção de ferramenta

Se não se deseja terminar o furo nem passar ao seguinte furo, se pode entrar num processo padrão de inspeção de ferramenta.

Neste caso, se terá que efetuar uma seleção de bloco e um reposicionamento padrão para continuar com a execução do programa.

Depois de realizar a inspeção de ferramenta, e depois de terminada a reposição, se terá as seguintes possibilidades:

- Continuar com o ciclo em que se interrompeu.
- Saltar o ciclo que se interrompeu e continuar com o seguinte bloco.

9.8 G82. Ciclo fixo de furação com temporização

Este ciclo realiza uma furação no ponto indicado até atingir a cota final programada. A seguir executa uma temporização no fundo da furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G82 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade de furação

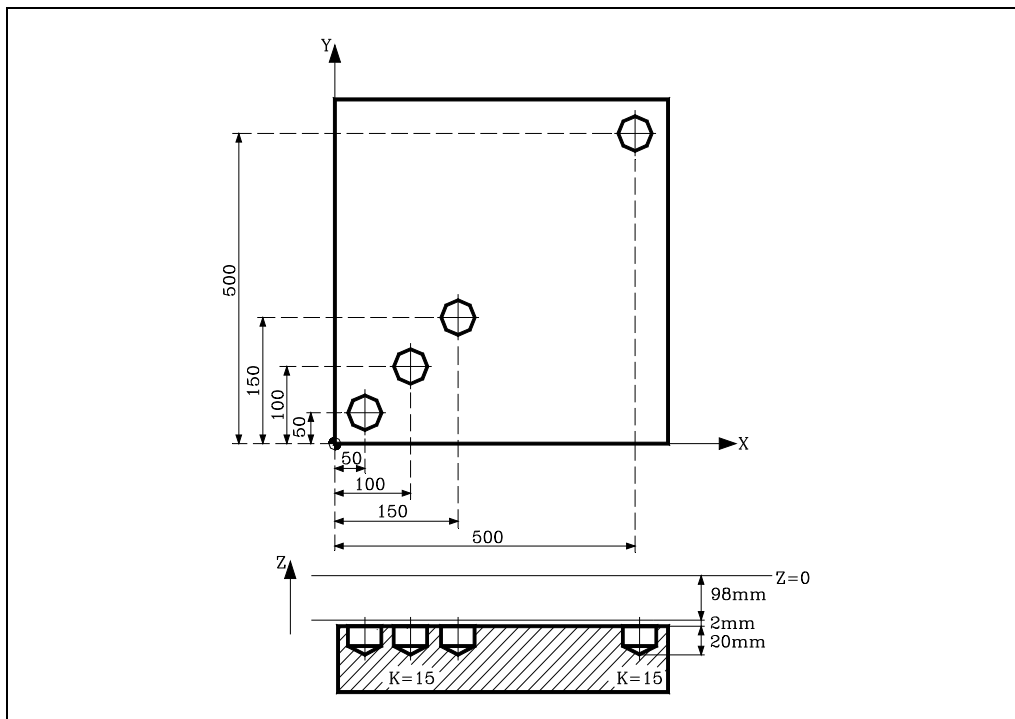
Define a profundidade total de furação, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois de cada furação, até começar o retrocesso. Será obrigatório defini-lo, se não se deseja temporização se programará K0.

9.8.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Furação do furo. Deslocamento do eixo longitudinal, no avanço de trabalho, até o fundo de usinagem programado em I.
4. Tempo de espera K em centésimas de segundo.
5. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo. Se realizam três usinagens.
G82 G99 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K15 F100 S500 N3
; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Retirada da ferramenta

Durante a usinagem, o CNC permite retirar a ferramenta para o plano de partida, parando o spindle depois deste ser alcançado.

Ao ser ativada a marca de PLC RETRACYC (M5065), se efetua uma parada do eixo principal e se faz a retirada sem parar o spindle. O spindle se pára ao terminar a retirada, depois de alcançado o plano de partida.

Opções depois de realizar a retirada de ferramenta

Depois de executada a retirada, o usuário terá as seguintes opções:

- Terminar o furo.
- Ir ao seguinte furo.
- Entrar num processo de inspeção de ferramenta.

Depois disto, o CNC dará o seguinte mensagem:

"Para terminar o ciclo pressionar START, para saltar ao seguinte SKIPCYCL".

Terminar o furo:

Para terminar o furo pressionar a tecla [START].

Baixa em G0 com o spindle em funcionamento até um milímetro antes da cota em que se parou o furo. A partir de aí, se continua com o F e o S programados no ciclo.

Ir ao seguinte furo:

Para ir ao seguinte furo ativar a marca de PLC SKIPCYCL.

Nesse momento, aparecerá o seguinte mensagem no CNC:

"Para continuar pressionar START".

Depois de pressionar a tecla [START], o CNC dá por terminado o ciclo e continua com o seguinte bloco.

Entrar num processo de inspeção de ferramenta

Se não se deseja terminar o furo nem passar ao seguinte furo, se pode entrar num processo padrão de inspeção de ferramenta.

Neste caso, se terá que efetuar uma seleção de bloco e um reposicionamento padrão para continuar com a execução do programa.

Depois de realizar a inspeção de ferramenta, e depois de terminada a reposição, se terá as seguintes possibilidades:

- Continuar com o ciclo em que se interrompeu.
- Saltar o ciclo que se interrompeu e continuar com o seguinte bloco.

9.9 G83. Ciclo fixo de furação profunda com passo constante

Este ciclo realiza sucessivos passos de furação até conseguir a cota final programada.

A ferramenta retrocede até o plano de referência, depois de cada passo de furação.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G83 G98/G99 X Y Z I J
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada a furação do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

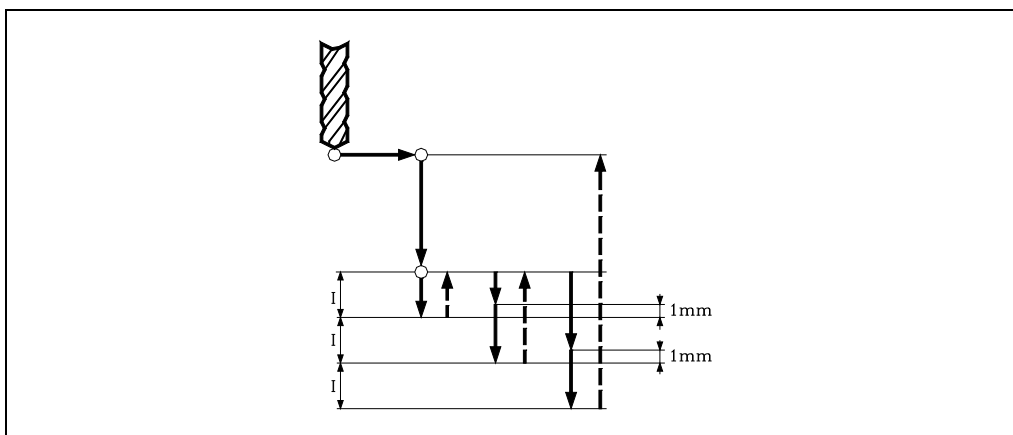
Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade de cada passo de furação

Define o valor de cada passo da furação conforme o eixo longitudinal.

[J4]Passos de furação a ferramenta para retroceder ao plano de partida

Define o número de passos no qual se realiza a furação. Se pode programar um valor compreendido entre 1 e 9999.

9.9.1 Funcionamento básico.

1.Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2.Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.

3.Primeiro aprofundamento de furação. Deslocamento, em avanço de trabalho, do eixo longitudinal da profundidade incremental programada em "I".

4.Volta de furação. Os passos seguintes se repetirão "J-1" vezes, já que no passo anterior se realizou o primeiro aprofundamento programado.

·**1**·Retrocesso, em rápido, do eixo longitudinal (G00) até ao plano de referência.

·**2**·Aproximação do eixo longitudinal, em rápido (G00):

Se INPOSW2 < INPOSW1, até 1mm. do passo de furação anterior.

Se não, até o duplo do valor de INPOSW2.

·**3**·Passo novo de furação. Deslocamento do eixo longitudinal, em avanço de trabalho (G01), da profundidade incremental programada em "I".

Se INPOSW2=0 em G7. Se não, em G50.

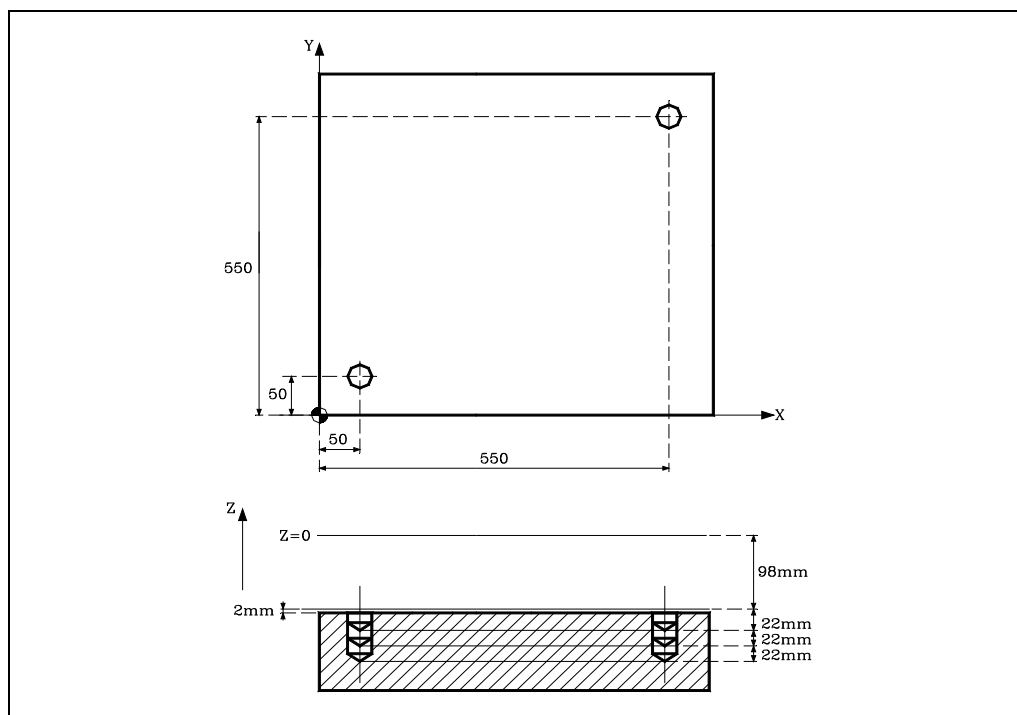
4.Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

O primeiro aprofundamento de furação se realizará em G07 ou G50 em função do valor atribuído ao parâmetro do eixo longitudinal "INPOSW2 (P51)" e ao parâmetro "INPOSW1 (P19)". Isto é importante para unir uma furação com outra em caso de furações múltiplas, para que a trajetória seja mais rápida e suave.

Se INPOSW2 < INPOSW1 em G07 (aresta viva).

Se INPOSW2 >= INPOSW1 em G50 (arredondamento de aresta controlada).

Se se aplica fator de escala a este ciclo, se realizará uma furação proporcional ao programado, com o mesmo passo "I" programado, mas variando o número de passos "J".

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G83 G99 X50 Y50 Z-98 I-22 J3 F100 S500 M4
; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Retirada da ferramenta

Durante a usinagem, o CNC permite retirar a ferramenta para o plano de partida, parando o spindle depois deste ser alcançado.

Ao ser ativada a marca de PLC RETRACYC (M5065), se efetua uma parada do eixo principal e se faz a retirada sem parar o spindle. O spindle se pára ao terminar a retirada, depois de alcançado o plano de partida.

Opções depois de realizar a retirada de ferramenta

Depois de executada a retirada, o usuário terá as seguintes opções:

- Terminar o furo.
- Ir ao seguinte furo.
- Entrar num processo de inspeção de ferramenta.

Depois disto, o CNC dará o seguinte mensagem:

"Para terminar o ciclo pressionar START, para saltar ao seguinte SKIPCYCL".

Terminar o furo:

Para terminar o furo pressionar a tecla [START].

Baixa em G0 com o spindle em funcionamento até um milímetro antes da cota em que se parou o furo. A partir de aí, se continua com o F e o S programados no ciclo.

Ir ao seguinte furo:

Para ir ao seguinte furo ativar a marca de PLC SKIPCYCL.

Nesse momento, aparecerá o seguinte mensagem no CNC:

"Para continuar pressionar START".

Depois de pressionar a tecla [START], o CNC dá por terminado o ciclo e continua com o seguinte bloco.

Entrar num processo de inspeção de ferramenta

Se não se deseja terminar o furo nem passar ao seguinte furo, se pode entrar num processo padrão de inspeção de ferramenta.

Neste caso, se terá que efetuar uma seleção de bloco e um reposicionamento padrão para continuar com a execução do programa.

Depois de realizar a inspeção de ferramenta, e depois de terminada a reposição, se terá as seguintes possibilidades:

- Continuar com o ciclo em que se interrompeu.
- Saltar o ciclo que se interrompeu e continuar com o seguinte bloco.

9.10 G84. Ciclo fixo de rosqueamento com macho

Este ciclo realiza um rosqueamento no ponto indicado até atingir a cota final programada. A saída lógica geral "TAPPING" (M5517) se manterá ativa durante a execução deste ciclo.

Devido ao macho de roscar girar nos dois sentidos (um ao roscar e o outro ao sair da rosca), mediante o parâmetro de máquina do spindle "SREVM05" se permite selecionar se a inversão do sentido de rotação se realiza com a parada do spindle intermédia, ou diretamente.

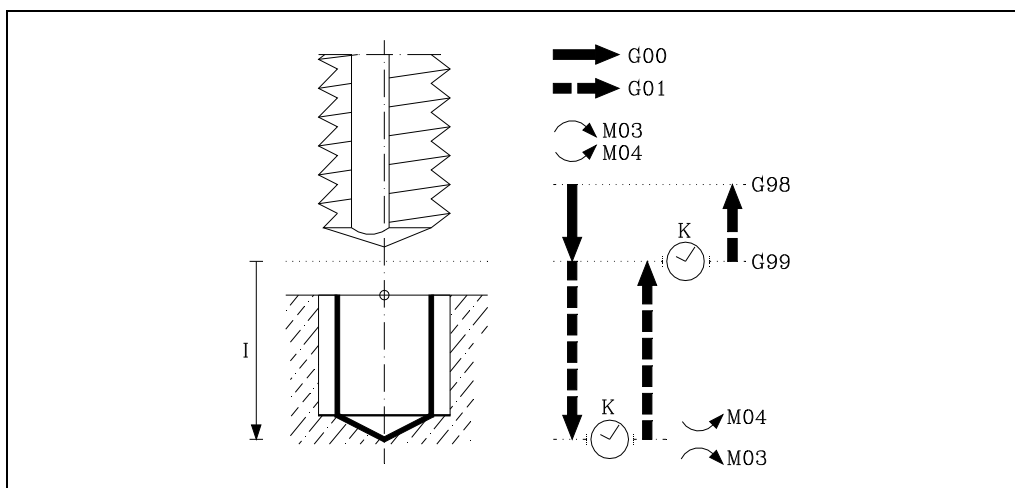
O parâmetro de máquina geral "STOPTAP (P116)" indica se as entradas gerais /STOP, /FEEDHOL e /XFERINH estão habilitadas ou não durante a execução da função G84.

Se permite programar uma temporização antes de cada inversão do spindle, isto é, no fundo da rosca e ao voltar ao plano de referência.

Mediante os parâmetros B e H, é possível executar o rosqueamento com desalojamento para ruptura de cavaco.

O rosqueamento com evacuação se usina em aproximações sucessivas, até a profundidade total programada. Depois de cada aproximação, se realiza um retrocesso para evacuação das aparas. Neste caso, a temporização (K) aplica-se somente na última passada, não nas passadas de desalojamento.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G84 G98/G99 X Y Z I K R J B H
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o rosqueamento com macho do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o rosqueamento com macho do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade da rosca

Define a profundidade da rosca, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do rosqueamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

[R]tipo de rosqueamento

Define o tipo de rosqueamento que se deseja realizar.

R0 Rosqueamento normal.

R1 Rosqueamento rígido. O CNC detém o spindle em M19 e o orienta para começar o rosqueamento.

R2 Rosqueamento rígido. Se o spindle está rodando em M3 ou M4, o CNC não o detêm nem o orienta para começar o rosqueamento. Com esta opção não se poderá repassar o rosqueamento, embora a peça não se tenha soltado, já que não coincidirá á entrada da rosca com a previamente usinada.

[J5.5]Fator de avanço para o retrocesso

Com rosqueamento rígido, o avanço de retrocesso será J vezes o avanço de rosqueamento. Se não se programa ou se programa J1, ambos os avanços coincidem.

Para poder efetuar um rosqueamento rígido é necessário que o spindle se encontre preparado para trabalhar em laço, isto é, que disponha de um sistema motor-regulador e de codificador de spindle.

Ao efetuar-se rosqueamento rígido, o CNC interpola o deslocamento do eixo longitudinal com a rotação do spindle.

[B5.5] Passo de aprofundamento no rosqueamento com evacuação.

É opcional e define o passo de aprofundamento no rosqueamento com evacuação. Este parâmetro é ignorado se, se programa R=0 ou R=2. O rosqueamento com evacuação só está permitido quando se programa R=1.

Se se programa, o rosqueamento se realizará num único passo. Se se programa com valor 0, se mostrará o erro correspondente.

[H5.5] Distância de retrocesso após cada passo de aprofundamento.

Este retrocesso será realizado a uma velocidade que terá em conta o fator programado em J. Este parâmetro é ignorado se, se programa R=0 ou R=2, ou se não há sido programado o parâmetro B.

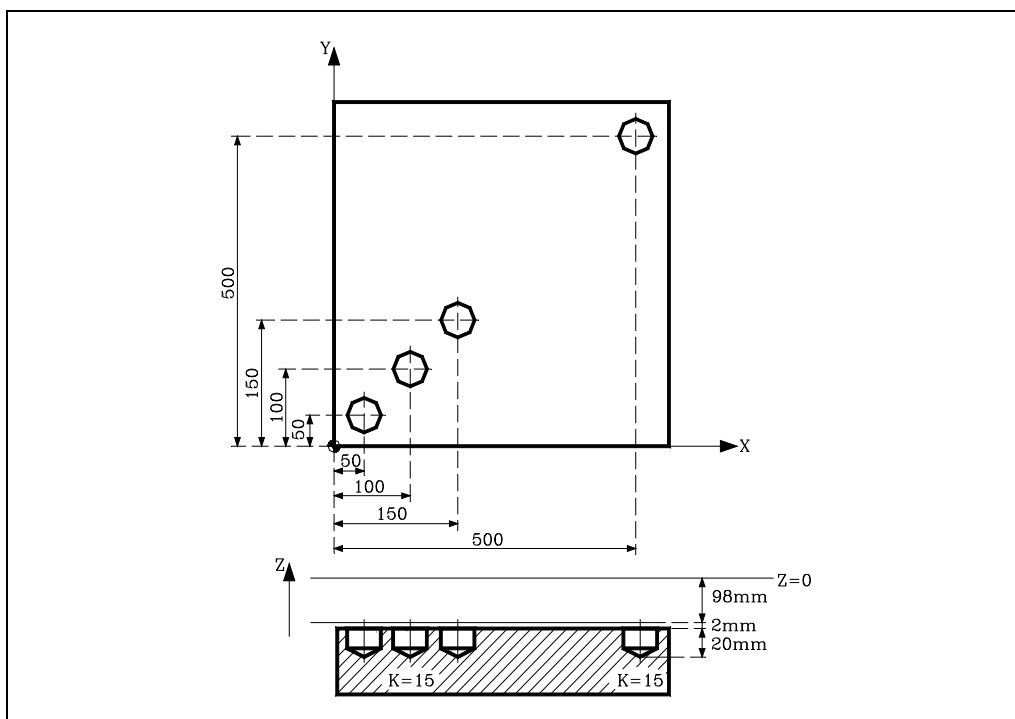
Se não se programa ou se programa com valor 0, o retrocesso se realizará até a cota do plano de referência Z.

9.10.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento do eixo longitudinal e no avanço de trabalho, até ao fundo da usinagem, produzindo-se o rosqueamento do furo. O ciclo fixo executará este deslocamento e todos os movimentos posteriores a 100% do avanço F e da velocidade S programadas.

   Se se selecionou rosqueamento rígido (parâmetro R=1), o CNC ativará a saída lógica geral "RIGID" (M5521) para indicar ao PLC que se está executando um bloco de rosqueamento rígido.
4. Parada do spindle (M05), somente se executará quando se encontra selecionado o parâmetro de máquina do spindle "SREVM05" e ao parâmetro "K" se atribuiu um valor diferente de 0.
5. Tempo de espera se foi programado no parâmetro "K".
6. Inversão do sentido de rotação do spindle.
7. Retrocesso do eixo longitudinal até o plano de referência (em rosqueamento rígido a J vezes o avanço de trabalho). Depois de atingida esta cota, o ciclo fixo assumirá o Feedrate Override e o Spindle Override selecionados.

   Se se selecionou rosqueamento rígido (parâmetro R=1), o CNC ativará a saída lógica geral "RIGID" (M5521) para indicar ao PLC que se está executando um bloco de rosqueamento rígido.
8. Parada do spindle (M05), somente se executará se se encontra selecionado o parâmetro de máquina do spindle "SREVM05".
9. Tempo de espera se foi programado no parâmetro "K".
10. Inversão do sentido de rotação da árvore, recuperando o sentido de rotação inicial.
11. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo. Se realizam três usinagens.
G84 G99 G91 X50 Y50 Z-98 I-22 K150 F350 S500 N3
; Posicionamento e ciclo fixo.
G98 G90 G00 X500 Y500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Retirada da ferramenta

Durante a usinagem, o CNC permite retirar a ferramenta para o plano de partida, parando o spindle depois deste ser alcançado.

Ao ativar-se a marca de PLC RETRACYC (M5065), se efetua uma parada do eixo e do spindle, e se efetua a retirada mudando o sentido tanto do eixo como do spindle, respeitando o F e o S da usinagem. Esta remoção será até o plano de partida.

A seqüência de parada e arranque de spindle e eixo em roscado com macho, respeita as mesmas sincronizações e temporizações que há durante a execução do ciclo fixo.

Opções depois de realizar a retirada de ferramenta

Depois de executada a retirada, o usuário terá as seguintes opções:

- Terminar o furo.
- Ir ao seguinte furo.
- Entrar num processo de inspeção de ferramenta.

Depois disto, o CNC dará o seguinte mensagem:

"Para terminar o ciclo pressionar START, para saltar ao seguinte SKIPCYCL".

Terminar o furo:

Para terminar o furo pressionar a tecla [START].

Se repete o furo desde o plano de partida nas mesmas condições de F e de S, sem se deter no ponto em que parou.

Ir ao seguinte furo:

Para ir ao seguinte furo ativar a marca de PLC SKIPCYCL.

Nesse momento, aparecerá o seguinte mensagem no CNC:

"Para continuar pressionar START".

Depois de pressionar a tecla [START], o CNC dá por terminado o ciclo e continua com o seguinte bloco.

Entrar num processo de inspeção de ferramenta

Se não se deseja terminar o furo nem passar ao seguinte furo, se pode entrar num processo padrão de inspeção de ferramenta.

Neste caso, se terá que efetuar uma seleção de bloco e um reposicionamento padrão para continuar com a execução do programa.

Depois de realizar a inspeção de ferramenta, e depois de terminada a reposição, se terá as seguintes possibilidades:

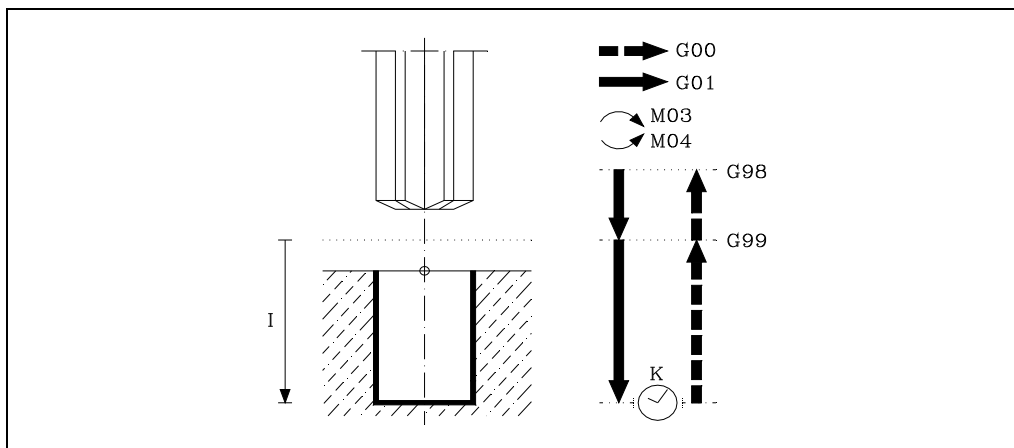
- Continuar com o ciclo em que se interrompeu.
- Saltar o ciclo que se interrompeu e continuar com o seguinte bloco.

9.11 G85. Ciclo fixo de escareado

Este ciclo realiza um escareado no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G85 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o escareado do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o escareado do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade do escareado

Define a profundidade total do escareado, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do escareado, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.11.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o escareado do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Retrocesso, nem avanço de trabalho do eixo longitudinal até o plano de referência.
6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G85 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

9.12 G86. Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso no avanço rápido (G00)

Este ciclo realiza um mandrilamento no ponto indicado até atingir a cota final programada. Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Este nível permite, depois de efetuar a penetração da ferramenta de mandrilar, orientar o spindle e retroceder a ferramenta de mandrilar antes do movimento de saída, evitando desta forma marcas da peça. Isto só está disponível quando se trabalha com parada orientada do spindle.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G86 G98/G99 X Y Z I K Q D E
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o mandrilamento do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5]Profundidade do escareado

Define a profundidade total do mandrilamento, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do mandrilamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

[Q±5.5]Posição do spindle para a retirada

Define a posição do spindle, em graus, para separar a ferramenta de corte da parede do furo.

Se não se programa, a retirada se realizará sem separar a ferramenta de corte da parede do furo, com o spindle parado e em avanço rápido.

[D±5.5]Separação entre a ferramenta de corte e a parede do furo no eixo X

Define a distância que se separa a ferramenta de corte da parede do furo conforme o eixo X, para realizar a retirada.

Se não se programa, a ferramenta de corte não se separa da parede do furo no eixo X.

Para que a ferramenta de corte se separe da parede do furo, além de programar D, é necessário programar Q.

[E±5.5]Separação entre a ferramenta de corte e a parede do furo no eixo Y

Define a distância que se separa a ferramenta de corte da parede do furo conforme o eixo Y, para realizar a retirada.

Se não se programa, a ferramenta de corte não se separa da parede do furo no eixo Y.

Para que a ferramenta de corte se separe da parede do furo, além de programar E, é necessário programar Q.

9.12.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o mandrilamento do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Deslocamento do spindle até à posição programada no parâmetro Q.
6. Deslocamento da ferramenta, em movimento interpolado e em avanço rápido, as distâncias programadas nos parâmetros D e E. Se não se programam valores corretos a ferramenta de corte poderá chocar com a parede em lugar de afastar-se de ela.
7. Retirada da ferramenta, em avanço rápido (G00), até ao plano de partida ou o de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.
8. Deslocamento da ferramenta, em movimento interpolado e em avanço rápido, as distâncias programadas nos parâmetros D e E, mas com signo contrário (desfazendo o movimento realizado no ponto 6).
9. Ao terminar o retrocesso o spindle dará a partida no mesmo sentido, com o qual estava rodando anteriormente.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Seleção da ferramenta.
T1
M6
; Punto inicial.
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo.
G86 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 K20 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

9.13 G87. Ciclo fixo do bolsão retangular

Este ciclo realiza um bolsão retangular no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Permite programar além da passada e avanço de fresagem, uma última passada de acabamento com o seu correspondente avanço de fresagem.

Com o objetivo de obter um bom acabamento na usinagem das paredes do bolsão, o CNC aplicará em cada um dos aprofundamentos, uma entrada e saída tangenciais à última passada de fresagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G87 G98/G99 X Y Z I J K B C D H L V
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o bolsão.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o bolsão.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

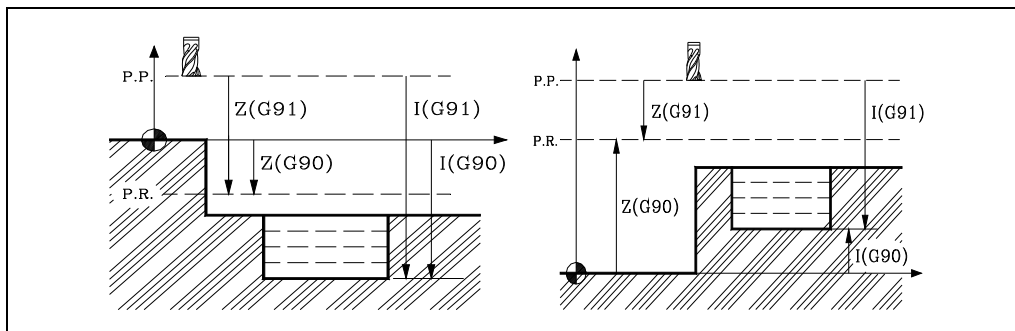
São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência.

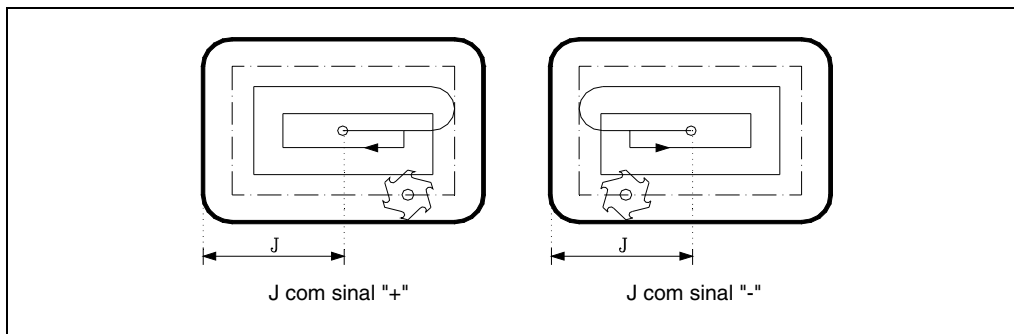
Quando se programa em cotas absolutas se encontra referido ao zero peça e quando se programa em cotas incrementais se referirá ao plano de partida.

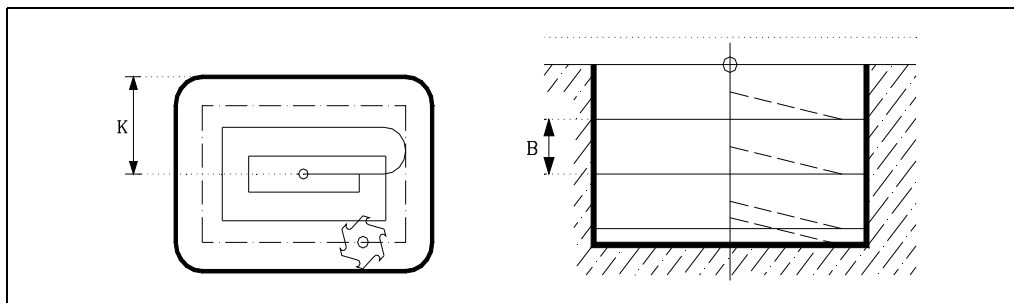
Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento. Isto é, que os planos de partida (P.P.) e referência (P.R.) serão o mesmo.

[I±5.5]Profundidade da usinagem

Define a profundidade de usinagem.

Quando se programa em cotas absolutas se encontra referido ao zero peça e quando se programa em cotas incrementais se referirá ao plano de partida (P.P.).

[J±5.5]Meia largura do bolsão conforme o eixo de abscissas.

Define a distância desde o centro até à beira do bolsão conforme o eixo de abscissas. O sinal indica o sentido da usinagem do bolsão.

[K5.5]Meia largura do bolsão conforme o eixo de ordenadas.

Define a distância desde o centro até à beira do bolsão conforme o eixo de ordenadas.

[B±5.5]Passo de aprofundamento

Define o passo de aprofundamento conforme o eixo longitudinal.

Se se programa com sinal positivo, todo o ciclo se executará com o mesmo passo de usinagem, sendo este igual ou inferior ao programado.

Quando se programa com sinal negativo, toda o bolsão se executará com o passo dado, à exceção do último passo que usinará o resto.

[C±5.5]Passo de fresagem

Define o passo de fresagem conforme o plano principal.

Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de fresagem, sendo este igual ou inferior ao programado.

Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

Se não se programa, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada.

Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

Se se programa com valor 0, o CNC mostrará o erro correspondente.

[D5.5]Plano de referência

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará o bolsão.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará à profundidade incremental "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H.5.5]Avanço para a passada de acabamento

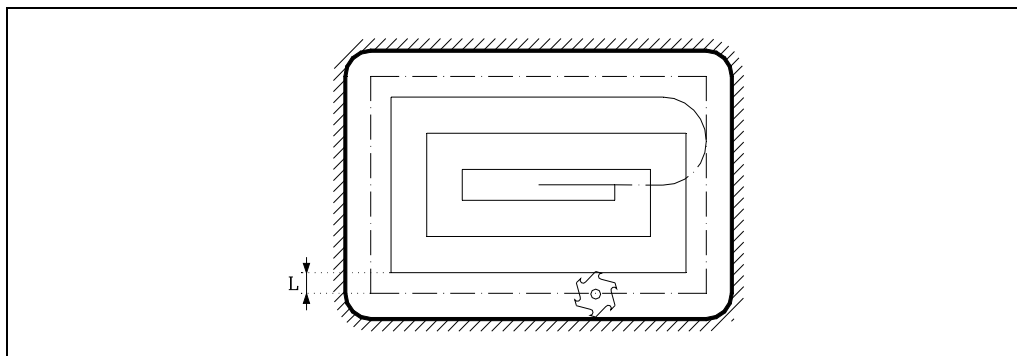
Define o avanço de trabalho na passada de acabamento.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor do avanço de trabalho da usinagem.

[L±5.5]Excesso para o acabamento

Define o valor da passada de acabamento, conforme o plano principal.

Se o valor é positivo, a passada de acabamento se realiza em aresta viva (G07).

Se o valor é negativo, a passada de acabamento se realiza em arredondamento de aresta (G05).

Se não se programa ou se programa com valor 0, não se realizará passada de acabamento.

[V.5.5]Avanço de aprofundamento da ferramenta

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

9.13.1 Funcionamento básico.

1.Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2.Deslocamento em maneira rápida (G00), do eixo longitudinal desde o plano de partida até ao plano de referência.

3.Primeiro aprofundamento. Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até à profundidade incremental programada em "B + D".

4.Fresagem, em avanço de trabalho, da superfície do bolsão em passos definidos mediante "C" até uma distância "L" (passada de acabamento), da parede do bolsão.

5.Fresagem da passada de acabamento "L" com o avanço de trabalho definido em "H".

6.Depois de finalizada a passada de acabamento, a ferramenta retrocede em avanço rápido (G00) ao centro do bolsão, separando-se 1mm. o eixo longitudinal da superfície usinada.

7.Novas superfícies de fresagem até atingir a profundidade total do bolsão.

·**1**·Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até uma distância "B" da superfície anterior.

·**2**·Fresagem da nova superfície seguindo os passos indicados nos pontos 4, 5 e 6.

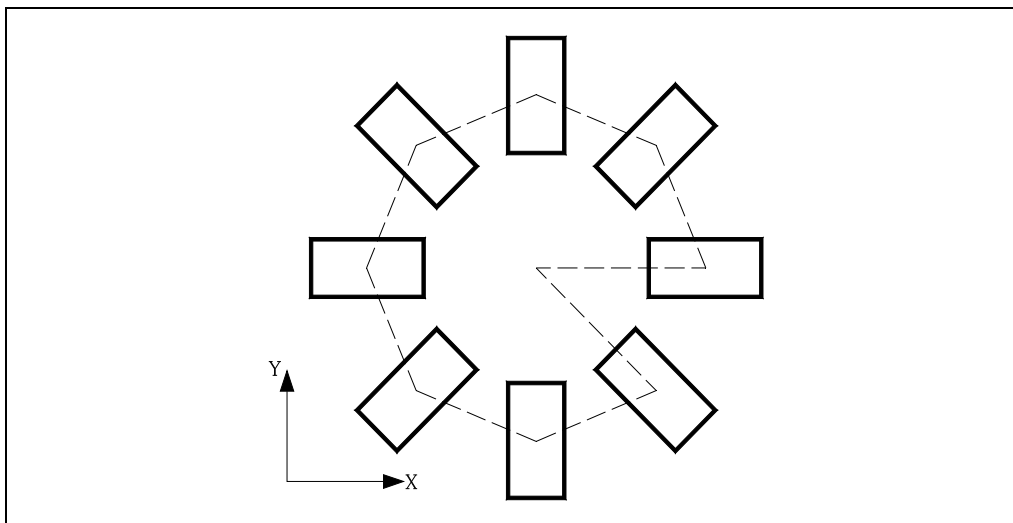
3.Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6
; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo
G87 G98 X90 Y60 Z-48 I-90 J52.5 K37.5 B12 C10 D2 H100 L5 V100 F300 S1000 M03
; Anula ciclo fixo
G80
; Posicionamento
G90 X0 Y0
; Fim de programa
M30
```

Exemplo de programação ·2·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6
; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Plano de trabalho.
G18
; Definição de ciclo fixo
N10 G87 G98 X200 Y-48 Z0 I-90 J52.5 K37.5 B12 C10 D2 H100 L5 V50 F300
; Rotação de coordenadas
N20 G73 Q45
; Repete 7 vezes os blocos selecionados.
(RPT N10,N20) N7
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento
G90 X0 Y0
; Fim de programa
M30
```

9.14 G88. Ciclo fixo do bolsão circular

Este ciclo realiza um bolsão circular no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Permite programar além da passada e avanço de fresagem, uma última passada de acabamento com o seu correspondente avanço de fresagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

G88 G98/G99 X Y Z I J B C D H L V

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizado o bolsão.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizado o bolsão.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

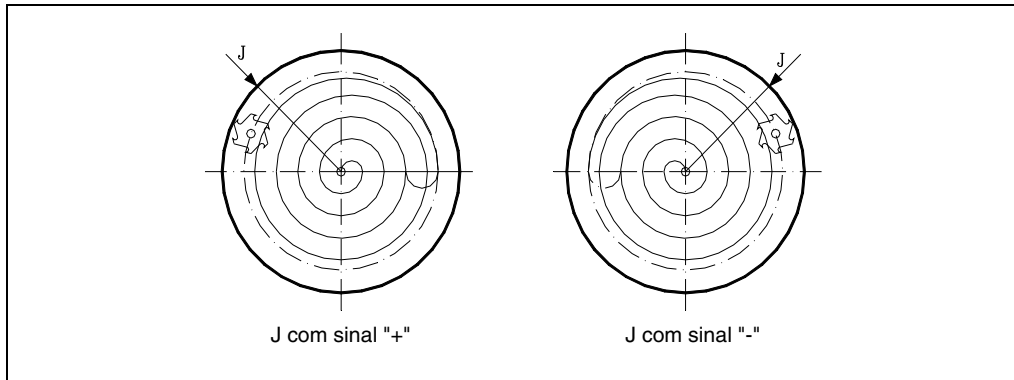
Define a cota do plano de referência.

Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referido ao plano de partida. Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade de usinagem. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referida ao plano de referência.

[J±5.5]Raio do bolsão

Define o raio do bolsão. O sinal indica o sentido da usinagem do bolsão.

[B±5.5]Passo de aprofundamento

Define o passo de aprofundamento conforme o eixo longitudinal ao plano principal.

- Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de profundidade, sendo este igual ou inferior ao programado.
- Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

[C±5.5]Passo de fresagem

Define o passo de fresagem conforme o plano principal.

- Se o valor é positivo, todo o bolsão se executa com o mesmo passo de fresagem, sendo este igual ou inferior ao programado.
- Se o valor é negativo, todo o bolsão se executa com o passo dado, com excepção do último passo, no qual se usina o que ficou.

Se não se programa, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada.

Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

Se se programa com valor 0, o CNC mostrará o erro correspondente.

[D5.5]Plano de referência

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará o bolsão.

No primeiro aprofundamento esta quantidade se somará à profundidade incremental "B". Se não se programa se toma o valor 0.

[H5.5]Avanço para a passada de acabamento

Define o avanço de trabalho na passada de acabamento.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará o valor do avanço de trabalho da usinagem.

[L5.5]Excesso para o acabamento

Define o valor da passada de acabamento, conforme o plano principal.

Se não se programa ou se programa com valor 0, não se realizará passada de acabamento.

[V.5.5]Avanço de aprofundamento da ferramenta

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

9.14.1 Funcionamento básico.

1.Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém.

No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).

2.Deslocamento em maneira rápida (G00), do eixo longitudinal desde o plano de partida até ao plano de referência.

3.Primeiro aprofundamento. Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até à profundidade incremental programada em "B + D".

4.Fresagem, em avanço de trabalho, da superfície do bolsão em passos definidos mediante "C" até uma distância "L" (passada de acabamento), da parede do bolsão.

5.Fresagem da passada de acabamento "L" com o avanço de trabalho definido em "H".

6.Depois de finalizada a passada de acabamento, a ferramenta retrocede em avanço rápido (G00) ao centro do bolsão, separando-se 1mm. o eixo longitudinal da superfície usinada.

7.Novas superfícies de fresagem até atingir a profundidade total do bolsão.

·**1**·Deslocamento do eixo longitudinal ao avanço indicado em "V" até uma distância "B" da superfície anterior.

·**2**·Fresagem da nova superfície seguindo os passos indicados nos pontos 4, 5 e 6.

3.Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até ao plano de partida ou de referência, conforme se tenha programado G98 ou G99.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
(TOR1=6, TOI1=0)
T1 D1
M6
; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo
G88 G98 G00 G90 X90 Y80 Z-48 I-90 J70 B12 C10 D2 H100 L5 V100 F300 S1000 M03
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento
G90 X0 Y0
; Fim de programa
M30
```

9.15 G89. Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em avanço de trabalho (G01)

Este ciclo realiza um mandrilamento no ponto indicado até atingir a cota final programada.

Se permite programar uma temporização no fundo da usinagem.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G89 G98/G99 X Y Z I K
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 G98 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Partida, depois de realizada o mandrilamento do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o Plano de Referência, depois de realizada o mandrilamento do furo.

[X/Y±5.5]Coordenadas de usinagem

São opcionais e definem o deslocamento, dos eixos do plano principal para posicionar a ferramenta no ponto da usinagem.

O referido ponto poderá programar-se em coordenadas cartesianas ou em coordenadas polares, e as cotas poderão ser absolutas ou incrementais, conforme se esteja trabalhando em G90 ou G91.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade total do mandrilamento, poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso se referirá ao plano de referência.

[K5]Temporização

Define o tempo de espera, em centésimos de segundo, depois do mandrilamento, até começar o retrocesso. Se não se programa, o CNC toma o valor K0.

9.15.1 Funcionamento básico.

1. Se o spindle estava previamente em funcionamento, o sentido de rotação se mantém. No caso de encontrar-se parado, arrancará para a direita (M03).
2. Deslocamento, de maneira rápida, do eixo longitudinal desde o plano de partida até o plano de referência.
3. Deslocamento, no avanço de trabalho (G01), do eixo longitudinal até ao fundo da usinagem, produzindo-se o mandrilamento do furo.
4. Tempo de espera se foi programado "K".
5. Retrocesso, nem avanço de trabalho do eixo longitudinal até o plano de referência.
6. Retrocesso, em avanço rápido (G00), do eixo longitudinal até o plano de partida se foi programado G98.

Exemplo de programação ·1·

Presume-se um plano de trabalho formado pelos eixos X e Y, eixo longitudinal Z e o ponto de partida é X0 Y0 Z0.

```
; Seleção da ferramenta.
T1 D1
M6
; Punto inicial
G0 G90 X0 Y0 Z0
; Definição de ciclo fixo
G89 G98 G91 X250 Y350 Z-98 I-22 K20 F100 S500
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento
G90 X0 Y0
; Fim de programa
M30
```

9.16 G210. Ciclo fixo de fresagem de furação

Este ciclo permite aumentar o diâmetro dum furo mediante um movimento helicoidal da ferramenta. Além disso, se a ferramenta permite, também é possível usinar um furo sem ter um furo prévio.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
G210 G98/G99 X Y Z D I J K B
```

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o plano de partida, depois de realizada a usinagem do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o plano de referência, depois de realizada a usinagem do furo.

[X±5.5]Cota no eixo de abcissas do centro do furo

Define a cota conforme o eixo X, do centro do furo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Y±5.5]Cota no eixo de ordenadas do centro do furo

Define a cota conforme o eixo Y, do centro do furo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Z±5.5]Plano de referência

Define a cota do plano de referência. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referido ao plano de partida.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[D5]Distância de segurança

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará a usinagem. Se não se programa se toma o valor 0.

[I±5.5]Profundidade da usinagem

Define a profundidade de usinagem. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referida ao plano de referência.

Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[J±5.5]Diâmetro do furo

Define o diâmetro nominal do furo. O sinal indica o sentido da trajetória helicoidal associada à usinagem do furo (positivo no sentido dos ponteiros do relógio e negativo em sentido contrário).

Se não se programa ou se programa com um valor menor ao diâmetro da ferramenta ativa, o CNC mostrará o erro correspondente.

[K5.5]Diâmetro do pré-furação

Se se parte de um furo usinado previamente, este parâmetro define o diâmetro do referido furo. Se não se programa ou se programa com valor 0, indica que não há um furo prévio.

A ferramenta deve cumprir as seguintes condições:

- O raio da ferramenta deve ser menor do que J/2.
- O raio da ferramenta deve ser maior ou igual que (J-K)/4.

Se não se cumpram estas dois condições, o CNC visualizará o erro correspondente.

[B±5.5]Passo de aprofundamento

Define o passo de aprofundamento na usinagem do furo.

- Com sinal positivo, realizar-se-á um repasse do fundo do furo.
- Com sinal negativo, não se realizará um repasse do fundo do furo.

Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

9.16.1 Funcionamento básico.

1. Deslocamento, em rápido, até o centro do furo (X, Y).
2. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (Z).
3. Deslocamento em modo rápido, até à cota de entrada tangencial no eixo longitudinal.
4. Entrada tangencial à trajetória helicoidal da perfuração.
5. Movimento helicoidal, com o passo dado no parâmetro B e no sentido dado no parâmetro J, até ao fundo do furo.
6. Repasse do fundo do furo (só se realiza este passo se o sinal do parâmetro B é positivo).
7. Movimento de saída tangencial à trajetória helicoidal da perfuração até ao centro do furo.
8. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (G99) ou ao plano de partida (G98).

9.17 G211. Ciclo de fresagem de rosca interior

Este ciclo permite realizar uma rosca interior mediante um movimento helicoidal da ferramenta.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

G211 G98/G99 X Y Z D I J K B C L A E Q

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o plano de partida, depois de realizada a usinagem do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o plano de referência, depois de realizada a usinagem do furo.

[X±5.5]Cota no eixo de abcissas do centro do furo

Define a cota conforme o eixo X, do centro do furo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Y±5.5]Cota no eixo de ordenadas do centro do furo

Define a cota conforme o eixo Y, do centro do furo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Z±5.5]Plano de referência

Define a cota do plano de referência. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referido ao plano de partida.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[D5]Distância de segurança

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará a usinagem. Se não se programa se toma o valor 0.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade do rosqueamento. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referida ao plano de referência.

Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[J±5.5]Diâmetro da rosca

Define o diâmetro nominal da rosca. O sinal indica o sentido da usinagem da rosca (positivo no sentido dos ponteiros do relógio e negativo em sentido contrário).

Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[K5.5]Profundidade da rosca

Define a distância entre a crista e o vale da rosca. Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[B±5.5]Passo de rosca

Define o passo da rosca.

- Com sinal positivo, o sentido do passo da rosca é desde a superfície da peça até o fundo.
- Com sinal negativo, o sentido do passo da rosca é do fundo até à superfície da peça.

Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[C1]Tipo de rosqueamento

Define o tipo de rosqueamento que se deseja realizar. Este parâmetro depende do tipo de ferramenta utilizada.

- Se se programa C=0, o roscado se realizará num único passo.
- Se se programa C=1, se realizará o roscado de uma rosca por cada passo (ferramenta de corte de 1 fio).
- Se se programa C=n (sendo n o número de fios da ferramenta de corte), se realizará o roscado de n roscas por cada passo.

Se não se programa se toma o valor C=1.

[L5.5]Excesso para o acabamento

Define o valor do excesso na profundidade da rosca para efetuar o acabamento. Se não se programa se toma o valor 0.

[A5.5]Passo máximo de aprofundamento

Define o passo máximo de aprofundamento da rosca. Se não se programa ou se programa com valor 0, a usinagem se realizará de uma só passada até ao excesso para o acabamento.

[E5.5] Distância de aproximação

Distancia de aproximação à entrada da rosca. Se não se programa, realizar-se-á a entrada à rosca desde o centro do furo.

[Q±5.5]Ângulo de entrada da rosca

Ângulo (em graus) do segmento que forma o centro do furo e o ponto de entrada na rosca com referência ao eixo de abcissas. Se não se programa se toma o valor 0.

9.17.1 Funcionamento básico.

1.Deslocamento, em rápido, até o centro do furo (X, Y).

2.Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (Z).

3.Deslocamento, no modo rápido, dos eixos do plano até ao ponto de entrada na rosca (só se realiza este deslocamento se se programou o parâmetro E).

4.Deslocamento em modo rápido, até à cota do eixo longitudinal de entrada da rosca.

5.Entrada à rosca em movimento helicoidal tangente à primeira trajetória helicoidal de roscado.

6.Realização do roscado em função do valor do parâmetro C.

– Se C=0:

·1·Movimento helicoidal, no sentido indicado no parâmetro J, até ao fundo da rosca (o movimento será de uma só volta).

·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior. Se não se programou o parâmetro E, o ponto de saída corresponderá com as cotas do centro do furo.

Se deve levar em consideração que na saída tangente à trajetória helicoidal, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

– Se C=1:

·1·Movimento helicoidal com passo e sentido dados no parâmetro J, até o fundo da rosca.

·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior. Se não se programou o parâmetro E, o ponto de saída corresponderá com as cotas do centro do furo.

Se deve levar em consideração que na saída tangente à trajetória helicoidal, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

– Se C=n:

·1·Movimento helicoidal com passo e sentido dados no parâmetro J (o movimento será de uma só volta).

·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior. Se não se programou o parâmetro E, o ponto de saída corresponderá com as cotas do centro do furo.

·3·Deslocamento, de maneira rápida, até ao ponto de entrada à rosca, da trajetória seguinte de roscado.

·4·Deslocamento, de maneira rápida, até à cota Z de entrada à rosca, da trajetória seguinte de roscado.

·5·Repetição dos 3 passos anteriores até chegar ao fundo do roscado. Se deve levar em consideração que na saída helicoidal final, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

6.Deslocamento, em rápido, até o centro do furo (X, Y).

7.Deslocamento em modo rápido, até à cota de entrada à rosca no eixo longitudinal.

8.Repetição dos pontos de 3 a 8 até alcançar a profundidade do excesso de acabado.

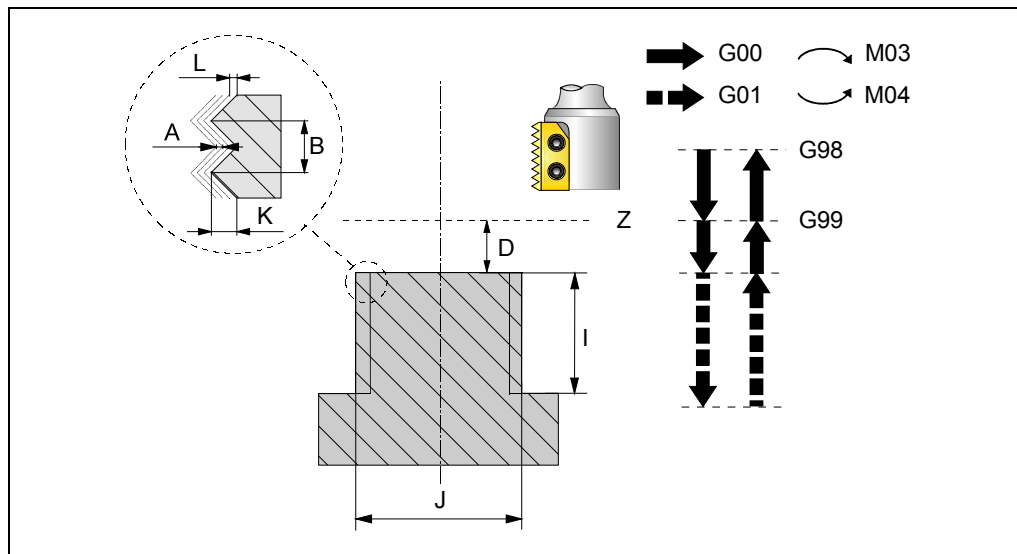
9.Repetição dos pontos de 3 a 8 até alcançar a profundidade da rosca.

10. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (G99) ou ao plano de partida (G98).

9.18 G212. Ciclo de fresagem de rosca exterior

Este ciclo permite realizar uma rosca exterior mediante um movimento helicoidal da ferramenta.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

G212 G98/G99 X Y Z D I J K B C L A E Q

[G98/G99] Plano de retrocesso

G98 Retrocesso da ferramenta até o plano de partida, depois de realizada a usinagem do furo.

G99 Retrocesso da ferramenta até o plano de referência, depois de realizada a usinagem do furo.

[X±5.5]Cota no eixo de abcissas do centro do relevo

Define a cota conforme o eixo X, do centro do relevo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Y±5.5]Cota no eixo de ordenadas do centro do relevo

Define a cota conforme o eixo Y, do centro do relevo. Se não se programa se toma o valor atual da ferramenta no referido eixo.

[Z±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referido ao plano de partida.

Se não se programa, o CNC tomará como plano de referência a posição que ocupa a ferramenta no referido momento.

[D5]Distância de segurança

Define a distância entre o plano de referência e a superfície da peça, onde se realizará a usinagem. Se não se programa se toma o valor 0.

[I±5.5] Profundidade da usinagem

Define a profundidade do rosqueamento. Poderá programar-se em cotas absolutas ou então em cotas incrementais, em cujo caso estará referida ao plano de referência.

Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[J±5.5]Diâmetro da rosca

Define o diâmetro nominal da rosca. O sinal indica o sentido da usinagem da rosca (positivo no sentido dos ponteiros do relógio e negativo em sentido contrário).

Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[K5.5]Profundidade da rosca

Define a distância entre a crista e o vale da rosca. Se não se programa, o CNC visualizará o erro correspondente.

[B±5.5]Passo de rosca

Define o passo da rosca.

- Com sinal positivo, o sentido do passo da rosca é desde a superficie da peça até o fundo.
- Com sinal negativo, o sentido do passo da rosca é do fundo até à superfície da peça.

Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[C1]Tipo de rosqueamento

Define o tipo de rosqueamento que se deseja realizar. Este parâmetro depende do tipo de ferramenta utilizada.

- Se se programa C=0, o roscado se realizará num único passo.
- Se se programa C=1, se realizará o roscado de uma rosca por cada passo (ferramenta de corte de 1 fio).
- Se se programa C=n (sendo n o número de fios da ferramenta de corte), se realizará o roscado de n roscas por cada passo.

Se não se programa se toma o valor C=1.

[L5.5]Excesso para o acabamento

Define o valor do excesso na profundidade da rosca para efetuar o acabamento. Se não se programa se toma o valor 0.

[A5.5]Passo máximo de aprofundamento

Define o passo máximo de aprofundamento da rosca. Se não se programa ou se programa com valor 0, a usinagem se realizará de uma só passada até ao excesso para o acabamento.

[E5.5] Distância de aproximação

Distancia de aproximação à entrada da rosca. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[Q±5.5] Ângulo de entrada da rosca

Ângulo (em graus) do segmento que forma o centro do furo e o ponto de entrada na rosca com referência ao eixo de abcissas. Se não se programa se toma o valor 0.

9.18.1 Funcionamento básico.

1. Deslocamento, em rápido, até o centro do furo (X, Y).

2. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (Z).

3. Deslocamento, no modo rápido, dos eixos do plano até ao ponto de entrada na rosca (só se realiza este deslocamento se se programou o parâmetro E).

4. Deslocamento em modo rápido, até à cota do eixo longitudinal de entrada da rosca.

5. Deslocamento, de maneira rápida, até ao ponto de entrada à rosca, (movimento interpolado em os 3 eixos)

6. Entrada à rosca em movimento helicoidal tangente à primeira trajetória helicoidal de roscado.

7. Realização do roscado em função do valor do parâmetro C.

- Se C=0:

  ·1·Movimento helicoidal, no sentido indicado no parâmetro J, até ao fundo da rosca (o movimento será de uma só volta).

  ·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior.

  Se deve levar em consideração que na saída tangente à trajetória helicoidal, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

- Se C=1:

  ·1·Movimento helicoidal com passo e sentido dados no parâmetro J, até o fundo da rosca.

  ·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior.

  Se deve levar em consideração que na saída tangente à trajetória helicoidal, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

- Se C=n:

  ·1·Movimento helicoidal com passo e sentido dados no parâmetro J (o movimento será de uma só volta).

  ·2·Movimento helicoidal de saída da rosca, tangente à trajetória helicoidal anterior, até ao ponto de entrada na rosca.

  ·3·Deslocamento, de maneira rápida, até à cota Z de entrada à rosca, da trajetória seguinte de roscado.

  ·4·Repetição dos 3 passos anteriores até chegar ao fundo do roscado. Se deve levar em consideração que na saída helicoidal final, o ponto de saída superará a cota no eixo longitudinal do fundo do roscado.

5. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (G99).

6. Repetição dos pontos de 3 a 8 até alcançar a profundidade do excesso de acabado.

7. Repetição dos pontos de 3 a 8 até alcançar a profundidade da rosca.

8. Deslocamento, em rápido, até ao plano de referência (G99) ou ao plano de partida (G98).

9. Deslocamento, em rápido, até o centro do furo (X, Y).

USINAGEM MULTÍPLICE

10

Se definem como usinagens múltiplas uma série de funções que permitem repetir uma usinagem ao longo de uma dada trajetória.

O tipo de usinagem será selecionado pelo programador, podendo ser um ciclo fixo ou uma sub-rotina definida pelo usuário, devendo estar esta última programada como sub-rotina modal.

As trajetórias de usinagem estão definidas pelas seguintes funções:

G60: Usinagem multíplice em linha reta.

G61: Usinagem multíplice formando um paralelogramo.

G62: Usinagem múltipla formando uma malha.

G63: Usinagem multíplice formando uma circunferência.

G64: Usinagem multíplice formando um arco.

G65: Usinagem multíplice mediante uma corda de arco.

Estas funções poder-se-ão executar em qualquer plano de trabalho e deverão ser definidas cada vez que se usam, já que não são modais.

É condição indispensável que a usinagem que se deseja repetir se encontre ativa. Resumindo, estas funções somente terão sentido quando se encontram sob influência de ciclo fixo ou sob influência de sub-rotina modal.

Para executar uma usinagem múltipla se debe seguir os seguintes passos:

1.Deslocar a ferramenta ao primeiro ponto no qual se deseja efetuar a usinagem múltipla.

2.Definir o ciclo fixo ou sub-rotina modal que se deseja repetir em todos os pontos.

3.Definir a usinagem múltipla que se deseja efetuar.

Todas as usinagens programadas com estas funções se efetuam sob as mesmas condições de trabalho (T, D, F, S) que se selecionaram ao definir o ciclo fixo ou a sub-rotina modal.

Depois de executada a usinagem múltipla programada, o programa recuperará a história que tinha antes de começar a referida usinagem, inclusive o ciclo fixo ou sub-rotina modal continuará ativa. Sendo agora o avanço F o correspondente ao avanço programado para o ciclo fixo ou sub-rotina modal.

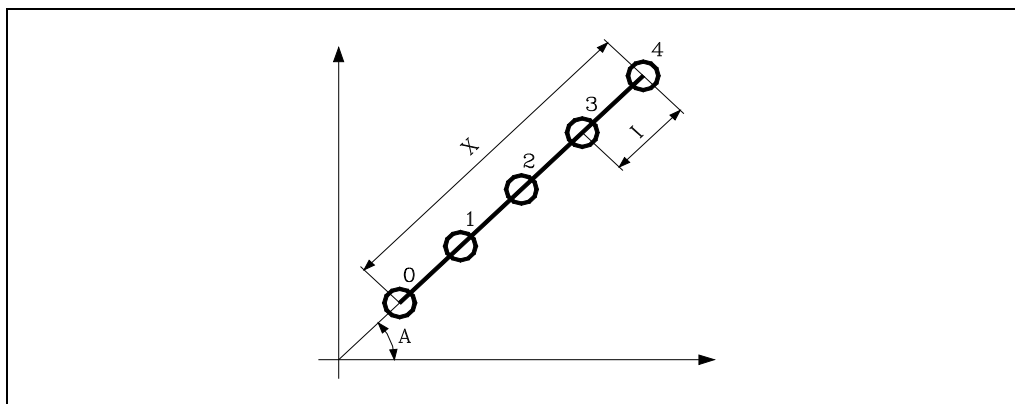
De mesma maneira, a ferramenta ficará posicionada no último ponto no que se realizou a usinagem programada.

Quando se executa a usinagem múltipla de uma sub-rotina modal no modo Bloco a Bloco, a referida sub-rotina se executará no seu conjunto (não por blocos) depois de cada deslocamento programado.

A seguir se dá uma explicação detalhada das usinagens múltiplas, supondo em todas elas que o plano de trabalho é o formado pelos eixos X e Y.

10.1 G60: Usinagem multíplice em linha reta

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G60 A    X I    P Q R S T U V
         X K
         I K
```

[A±5.5] Ângulo da trajetória

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

[X5.5] Comprimento da trajetória.

Define o comprimento da trajetória de usinagem.

[I5.5] Passo entre usinagens.

Define o passo entre usinagens.

[K5] Número de usinagens.

Define o número de usinagens totais no trecho, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

[P Q R S T U V] Pontos sem furação.

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.1.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G00 G91 X200 Y300 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G60 A30 X1200 I100 P2.003 Q6 R12
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G60 A30 X1200 K13 P2.003 Q6 R12
G60 A30 I100 K13 P2.003 Q6 R12
```

10.2 G61: Usinagem multíplice formando um paralelogramo

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G61 A B   X I    Y J    P Q R S T U V
          X K    Y D
          I K    J D
```

[A±5.5] Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

[B±5.5] Ângulo entre trajetórias

Define o ângulo existente entre as duas trajetórias de usinagem. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor B=90.

[X5.5] Comprimento da trajetória no eixo de abcissas

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de abcissas.

[I5.5] Passo entre usinagens no eixo de abscissas

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de abscissas.

[K5] Número de usinagens no eixo de abscissas

Define o número de usinagens totais no eixo de abscissas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem conforme o eixo de abcissas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

[Y5.5] Comprimento da trajetória no eixo de ordenadas

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de ordenadas.

[J5.5] Passo entre usinagens no eixo de ordenadas

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de ordenadas.

[D5] Número de usinagens no eixo de ordenadas

Define o número de usinagens totais no eixo de ordenadas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Em virtude de que com dois parâmetros quaisquer do grupo Y J D se pode definir a usinagem conforme o eixo de ordenadas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: YJ, YD, JD.

Entretanto, quando se seleciona o formato YI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

[P Q R S T U V] Pontos sem furação.

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.2.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G00 G91 X100 Y150 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G61 X700 I100 Y180 J60 P2.005 Q9.011
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G61 X700 K8 J60 D4 P2.005 Q9.011
G61 I100 K8 Y180 D4 P2.005 Q9.011
```

10.3 G62: Usinagem multíplice formando uma malha

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G62 A B   X I    Y J    P Q R S T U V
          X K    Y D
          I K    J D
```

[A±5.5] Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas

Define o ângulo que forma a trajetória de usinagem com o eixo de abcissas. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor A=0.

[B±5.5] Ângulo entre trajetórias

Define o ângulo existente entre as duas trajetórias de usinagem. Se expressa em graus e se não se programa, se tomará o valor B=90.

[X5.5] Comprimento da trajetória no eixo de abcissas

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de abcissas.

[I5.5] Passo entre usinagens no eixo de abscissas

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de abscissas.

[K5] Número de usinagens no eixo de abscissas

Define o número de usinagens totais no eixo de abscissas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Devido a que com dois parâmetros quaisquer do grupo X I K se pode definir a usinagem conforme o eixo de abcissas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: XI, XK, IK.

Entretanto, quando se seleciona o formato XI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

[Y5.5] Comprimento da trajetória no eixo de ordenadas

Define o comprimento da trajetória de usinagem conforme o eixo de ordenadas.

[J5.5] Passo entre usinagens no eixo de ordenadas

Define o passo entre usinagens conforme o eixo de ordenadas.

[D5] Número de usinagens no eixo de ordenadas

Define o número de usinagens totais no eixo de ordenadas, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Em virtude de que com dois parâmetros quaisquer do grupo Y J D se pode definir a usinagem conforme o eixo de ordenadas, o CNC permite as seguintes combinações de definição: YJ, YD, JD.

Entretanto, quando se seleciona o formato YI se deverá ter cuidado de que o número de usinagens resultante seja um número inteiro, do contrário o CNC mostrará o erro correspondente.

[P Q R S T U V] Pontos sem furação

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.3.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço rápido (G00) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

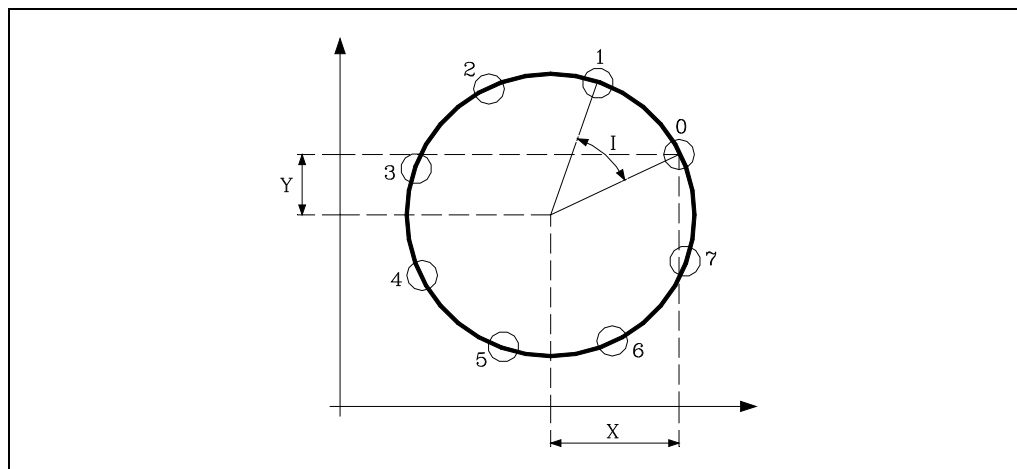
```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G00 G91 X100 Y150 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G62 X700 I100 Y180 J60 P2.005 Q9.011 R15.019
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla das seguintes formas:

```
G62 X700 K8 J60 D4 P2.005 Q9.011 R15.019
G62 I100 K8 Y180 D4 P2.005 Q9.011 R15.019
```

10.4 G63: Usinagem multíplice formando uma circunferência

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G63 X Y  I   C F P Q R S T U V
         K
```

[X±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

[Y±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

[I±5.5] Passo angular entre usinagens.

Define o passo angular entre usinagens. Quando o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

[K5] Número de usinagens totais

Define o número de usinagens totais ao longo da circunferência, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Será suficiente tão só programar I ou K no bloco de definição da usinagem múltipla. Entretanto, quando se programa K numa usinagem múltipla na qual o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, a usinagem se realizará em sentido anti-horário.

[C 0/1/2/3] Tipo de deslocamento entre pontos

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

[F5.5] Avanço para o deslocamento entre pontos

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

[P Q R S T U V] Pontos sem furação.

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.4.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

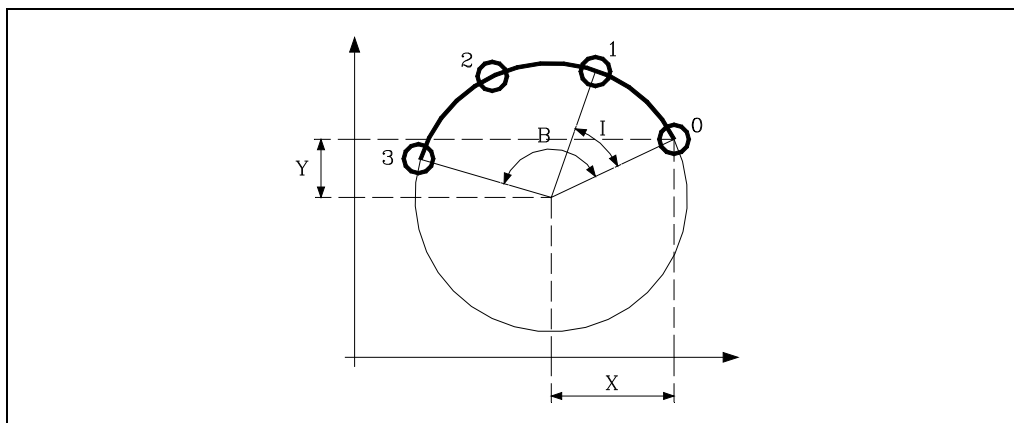
```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G01 G91 X280 Y130 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G63 X200 Y200 I30 C1 F200 P2.004 Q8
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

```
G63 X200 Y200 K12 C1 F200 P2.004 Q8
```

10.5 G64: Usinagem multíplice formando um arco

O formato de programação deste ciclo é o seguinte:

```
G64 X Y B    I    C F P Q R S T U V
             K
```

[X±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

[Y±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

[B5.5] Percurso angular

Define o percurso angular da trajetória de usinagem e se expressa em graus.

[I±5.5] Passo angular entre usinagens.

Define o passo angular entre usinagens. Quando o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

[K5] Número de usinagens totais

Define o número de usinagens totais ao longo da circunferência, incluído o do ponto de definição da usinagem.

Será suficiente tão só programar I ou K no bloco de definição da usinagem múltipla. Entretanto, quando se programa K numa usinagem múltipla na qual o deslocamento entre pontos se realiza em G00 ou G01, a usinagem se realizará em sentido anti-horário.

[C 0/1/2/3] Tipo de deslocamento entre pontos

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

[F5.5] Avanço para o deslocamento entre pontos

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

[P Q R S T U V] Pontos sem furação.

Estes parâmetros são opcionais e se utilizam para indicar em que pontos ou entre que pontos dos programados não se deseja executar a usinagem.

Desta maneira, o programar P7 indica que não se deseja executar a usinagem no ponto 7, e ao programar Q10.013 indica que não se desejam usinagens desde o ponto 10 ao 13, ou dizendo de outro modo, que não se desejam usinagens nos pontos 10, 11, 12 e 13.

Quando se deseje definir um grupo de pontos (Q10.013), se deverá ter cuidado de definir o ponto final com três cifras, pois quando se programa Q10.13 a usinagem múltipla entende Q10.130.

A ordem de programação destes parâmetros é P Q R S T U V, devendo manter-se além disso, a ordem de numeração dos pontos atribuídos aos mesmos, isto é, a ordem de numeração dos pontos atribuídos a Q deverá ser maior que a dos atribuídos a P e menor que a dos atribuídos a R.

Exemplo:

Programação correta	P5.006 Q12.015 R20.022
Programação incorreta	P5.006 Q20.022 R12.015

Se não se programam estes parâmetros, o CNC entende que deve executar-se a usinagem em todos os pontos da trajetória programada.

10.5.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o próximo ponto dos programados no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.
4. O CNC repetirá os passos 1-2-3 até finalizar a trajetória programada.

   Depois de finalizar a usinagem múltipla a ferramenta ficará posicionada no último ponto da trajetória programada em que se executou a usinagem.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

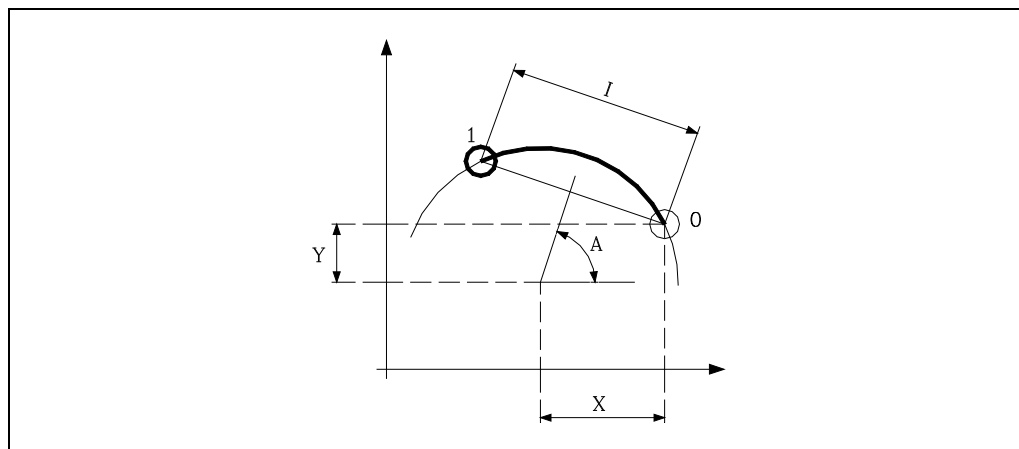
```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G01 G91 X280 Y130 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G64 X200 Y200 B225 I45 C3 F200 P2
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

```
G64 X200 Y200 B225 K6 C3 F200 P2
```

10.6 G65: Usinagem multíplice mediante uma corda de arco

Esta função permite executar a usinagem ativa num ponto programado mediante uma corda de arco. Somente executará uma usinagem, sendo o seu formato de programação:

```
G65 X Y   A   C F
          I
```

[X±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de abscissas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de abscissas.

[Y±5.5] Distância da primeira usinagem ao centro no eixo de ordenadas

Define a distância desde o ponto de partida ao centro, conforme o eixo de ordenadas.

Com os parâmetros X e Y se define o centro da circunferência, do mesmo modo, que nas interpolações circulares (G02, G03) o fazem I e J.

[A±5.5] Ângulo da corda

Define o ângulo que forma a mediatriz da corda com o eixo de abscissas e se expressa em graus.

[I±5.5] Passo angular entre usinagens.

Define o comprimento da corda. Quando o deslocamento se realiza em G00 ou G01, o sinal indica o sentido, "+" anti-horário, "-" horário.

[C0/1/2/3] Tipo de deslocamento entre pontos

Indica como se realiza o deslocamento entre os pontos de usinagem. Se não se programa se toma o valor C=0.

C=0: O deslocamento se realiza em avanço rápido (G00).

C=1: O deslocamento se realiza em interpolação linear (G01).

C=2: O deslocamento se realiza em interpolação circular horária (G02).

C=3: O deslocamento se realiza em interpolação circular anti-horária (G03).

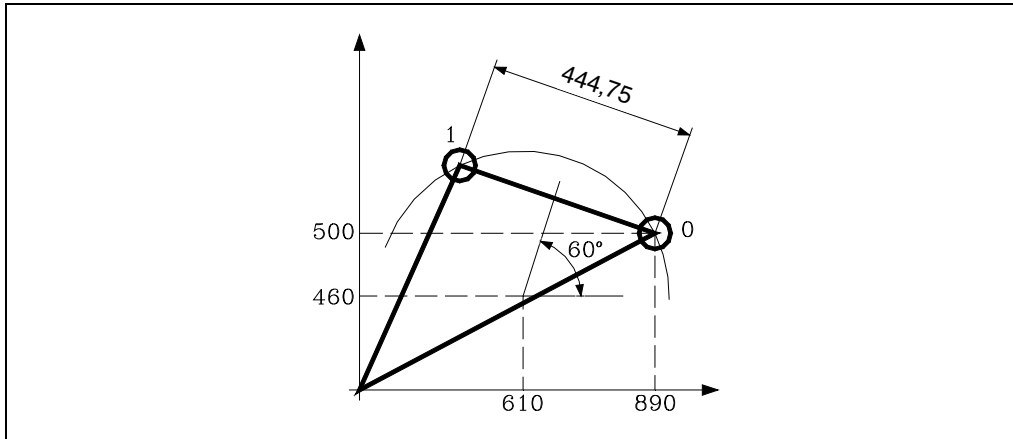
[F5.5] Avanço para o deslocamento entre pontos

Define o avanço com que se realizará o deslocamento entre pontos. É óbvio, que somente terá validez para valores de "C" diferentes de zero. Se não se programa, se tomará o valor F0, avanço máximo selecionado pelo parâmetro de máquina de eixos "MAXFEED".

10.6.1 Funcionamento básico.

1. A usinagem múltipla calcula o ponto programado no qual se deseja executar a usinagem.
2. Deslocamento em avanço programado mediante "C" (G00, G01, G02 ou G03) ao referido ponto.
3. A usinagem múltipla executará, depois do deslocamento, o ciclo fixo ou a sub-rotina modal selecionada.

   Depois de finalizar a usinagem a ferramenta ficará posicionada no ponto programado.

Exemplo de programação supondo que o plano de trabalho é formado pelos eixos X e Y, que o eixo longitudinal é o eixo Z e que o ponto de partida é X0 Y0 Z0:

```
; Posicionamento e definição de ciclo fixo.
G81 G98 G01 G91 X890 Y500 Z-8 I-22 F100 S500
; Define usinagem multíplice.
G65 X-280 Y-40 A60 C1 F200
; Anula ciclo fixo.
G80
; Posicionamento.
G90 X0 Y0
; Fim de programa.
M30
```

Também se pode definir o bloco de definição de usinagem múltipla da seguinte forma:

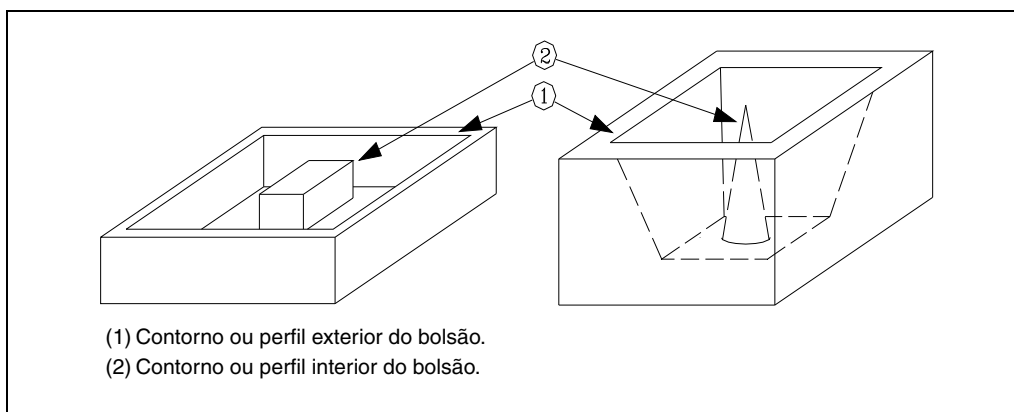
```
G65 X-280 Y-40 I444.75 C1 F200
```

CICLO FIXO DE BOLSÕES COM ILHAS

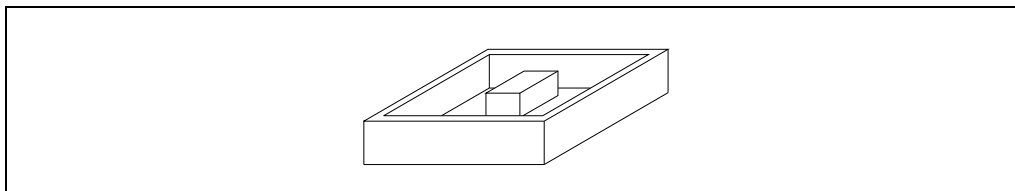
11

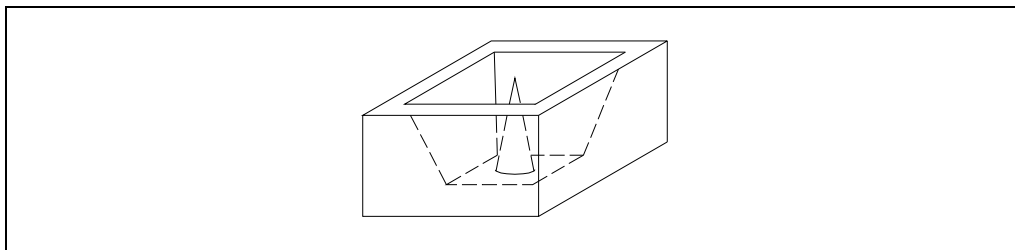
O que é um bolsão com ilhas?

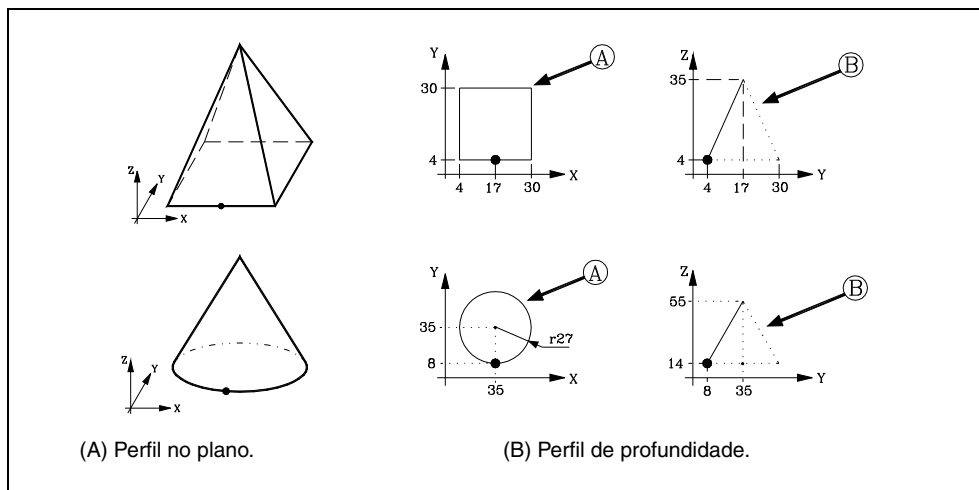
Um bolsão com ilhas se compõe de um contorno ou perfil exterior e de uma série de contornos ou perfis interiores a este, aos que se denominam ilhas.

(1) Contorno ou perfil exterior do bolsão.
(2) Contorno ou perfil interior do bolsão.

Se distinguem dois tipos de bolsões com Ilhas, tais como bolsões 2D e bolsões 3D.

Bolsão 2D:

Um bolsão 2D tem todas as paredes do perfil exterior e das ilhas verticais. Para definir os contornos de um bolsão 2D se deve especificar o perfil no plano de todos os contornos.

Bolsão 3D:

Um bolsão 3D tem uma, várias ou todas as paredes do perfil exterior e/ou das ilhas não vertical. Para definir os contornos de um bolsão 3D se deve especificar o perfil no plano e o perfil de profundidade de todos os contornos (ainda que sejam verticais).

(A) Perfil no plano.

(B) Perfil de profundidade.

Programação de ciclo fixo de bolsões com Ilhas

A função de chamada ao ciclo fixo de bolsões com Ilhas (2D ou 3D) é G66. A usinagem de um bolsão pode ser formada pelas seguintes operações, cada uma das quais se programa mediante a sua correspondente função ·G·.

Função	Operação de usinagem	Bolsão
G69 G81 G82 G83	Operação de furação, prévio à usinagem.	2D
G67	Operação de desbaste.	2D / 3D
G67	Operação de semi-acabamento .	3D
G68	Operação de acabamento.	2D / 3D

Mediante a função G66 se definem as operações que compõem a usinagem do bolsão e onde estão definidas no programa. Esta função também indica donde estão definidos os diferentes perfis do bolsão.

11.1 Bolsões 2D

A função G66 de chamada ao ciclo não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje executar um bolsão 2D. Num bloco que contém a função G66 não se permite programar nenhuma outra função, sendo a sua estrutura de definição:

G66 D H R I F K S E

D (0-9999) / H (0-9999) Operação de furação

Números de etiqueta do bloco inicial (D) e final (H) que definem a operação de furação.

- Se não se define (H) somente se executa o bloco (D).
- Se não se define (D) não tem operação de furação.

R (0-9999) / I (0-9999)Operação de desbaste

Números de etiqueta do bloco inicial (R) e final (I) que definem a operação de desbaste.

- Se não se define (I) somente se executa o bloco (R).
- Se não se define (R) não há operação de desbaste.

F (0-9999) / K (0-9999)Operação de acabamento

Números de etiqueta do bloco inicial (F) e final (K) que definem a operação de acabamento.

- Se não se define (K) somente se executa o bloco (F).
- Se não se define (F) não há operação de acabamento.

S (0-9999) / E (0-9999)Descrição geométrica dos perfis

Números de etiqueta do bloco inicial (S) e final (E) que definem a descrição geométrica dos perfis que compõem o bolsão. Tem que definir ambos os parâmetros.

Q (0-999999) Programa no qual está definida a descrição geométrica dos perfis

Número de programa no qual está definida a descrição geométrica, parâmetros (S, E). Se está no mesmo programa, não é necessário definir (Q).

Exemplo de programação:

```
; Posicionamento inicial.
G00 G90 X100 Y200 Z50 F5000 T1 D2
M06
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 I210 F300 S400 E500
; Fim de programa.
M30

; Define a operação de furação
N100 G81...
; Operação de desbaste.
N200...
G67 ...
N210...
; Operação de acabamento.
N300 G68...
; Descrição geométrica.
N400 G0 G90 X300 Y50 Z3
...
...
N500 G2 G6 X300 Y50 I150 J0
```

Funcionamento básico.

1. Operação de furação. Só se foi programado.

O CNC calcula a cota do ponto no qual se deve efetuar a furação, em função da geometria do bolsão, o raio da ferramenta e do tipo de usinagem programado na operação de desbaste.

2. Operação de desbaste. Só se foi programado.

Consta de diversas passadas superficiais de fresagem, até atingir o aprofundamento total programado. Em cada passada superficial dar-se-ão os seguintes passos em função do tipo de usinagem programado:

Caso A:

Quando as trajetórias de usinagem são lineares e mantêm um determinado ângulo com o eixo de abcissas.

Primeiro efetúa um contorno inicial do perfil exterior da chapa. Se na chamada ao ciclo se selecionou a operação de acabamento, este contorno se realiza deixando o excesso de espessura programado para o acabamento.

A seguir se efetua uma fresagem, com o avanço e passos programados. Se durante a fresagem se atinge uma ilha pela primeira vez, se realizará um contorno da mesma.

Depois do contorno da ilha e o resto das vezes, a ferramenta passará por cima da ilha, retirando-se conforme o eixo longitudinal, até o plano de referência, continuando a usinagem depois de superada a ilha.

Caso B:

Quando as trajetórias de usinagem são concêntricas.

O desbaste se realiza seguindo trajetórias concêntricas ao perfil. A usinagem se fará o mais rápido que se puder, evitando, se possível, passar por cima das ilhas.

3.Operação de acabamento. Só se foi programado.

Esta operação se pode realizar num único aprofundamento ou em vários, bem como seguir os perfis no sentido programado ou no contrário.

O CNC usinará tanto o perfil exterior como as ilhas, efetuando entradas e saídas tangenciais às mesmas, com velocidade superficial constante.

Cotas de referência:

No ciclo fixo do bolsão com ilhas existem quatro cotas ao longo do eixo longitudinal, normalmente o eixo perpendicular ao plano (o selecionado com G15), que pela sua importância se comentam a seguir :

1.Cota do plano de partida. Vem dada pela posição que ocupa a ferramenta quando se chama ao ciclo.

2.Cota do plano de referência. Se deve programar em cotas absolutas e representa uma cota de aproximação à peça.

3.Cota da superfície da chapa. Se programa em cotas absolutas e no primeiro bloco de definição do perfil.

4.Cota de profundidade de usinagem. Se deve programar em cotas absolutas.

Condições depois de finalizar o ciclo

Depois de finalizado o ciclo fixo o avanço ativo será o último avanço programado, o correspondente à operação de desbaste ou acabamento. Da mesma maneira, o CNC aceitará as funções G00, G40 e G96.

11.1.1 Operação de furação

Esta operação é opcional e para que o CNC a execute é necessário que também se tenha programado a operação de desbaste.

Se utiliza, principalmente, quando a ferramenta programada na operação de desbaste não usina conforme o eixo longitudinal, permitindo mediante esta operação de furação o acesso da referida ferramenta à superfície a desbastar.

O bloco em que se programa a operação de furação deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de furação.

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 F300 S400 E500
; Define a operação de furação
N100 G81...
```

As funções de furação programáveis são os seguintes ciclos fixos de usinagem:

G69	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável.
G81	Ciclo fixo de furação.
G82	Ciclo fixo de furação com temporização.
G83	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante.

Ao definir a operação de furação deve-se programar, junto com a função desejada, os parâmetros de definição correspondentes à mesma.

Não se deve definir nenhum ponto de posicionamento (X, Y), já que é o próprio ciclo fixo quem calculará a cota do ponto ou pontos na qual se realizará a furação, em função do perfil programado e do ângulo de desbaste da usinagem.

Depois dos parâmetros de definição do ciclo se poderão programar, se se deseja, as funções auxiliares F S T D M, não se podendo programar uma função M se esta tem sub-rotina associada.

Neste bloco é permitido programar a função M06 para realizar a troca de ferramenta, sempre que a referida função não tenha associada nenhuma sub-rotina. Quando a função M06 tem sub-rotina associada é necessário selecionar a ferramenta de furação antes de chamar a este ciclo.

```
N100 G69 G98 G91 Z-4 I-90 B1.5 C0.5 D2 H2 J4 K100 F500 S3000 M3
N120 G81 G99 G91 Z-5 I-30 F400 S2000 T3 D3 M3
N220 G82 G99 G91 Z-5 I-30 K100 F400 S2000 T2 D2 M6
N200 G83 G98 G91 Z-4 I-5 J6 T2 D4
```

11.1.2 Operação de desbaste

É a operação principal na usinagem de um bolsão, sendo opcional a sua programação.

Esta operação se executará mantendo o trabalho em aresta viva (G07) ou arredondamento de aresta (G05) que se encontra selecionado. Entretanto o ciclo fixo atribuirá o formato G07 aos movimentos necessários.

O bloco em que se programa a operação de desbaste deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de desbaste .

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 F300 S400 E500
; Define a operação de desbaste.
N200 G67...
```

A operação de desbaste se define mediante a função G67, sendo o seu formato:

G67 A B C I R K V Q F S T D M

[A±5.5] Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas

Define o ângulo que forma a trajetória de desbaste com o eixo de abcissas.

Se não se programa o parâmetro "A", o desbaste se realiza seguindo trajetórias concêntricas com o perfil. A usinagem se fará o mais rápido que se puder, evitando passar por cima das ilhas.

[B±5.5] Profundidade de passada

Define o passo de usinagem conforme o eixo longitudinal (profundidade da passada de desbaste). É obrigatório defini-lo e deve programar-se com valor diferente de 0, em caso contrário, se anula a operação de desbaste.

- Quando se programa com sinal positivo, todo o desbaste se executará com o mesmo passo de usinagem, calculando o ciclo fixo um passo igual ou inferior ao programado.
- Quando se programa com sinal negativo, todo o desbaste se executará com o passo programado, ajustando o ciclo fixo ao último passo para conseguir a profundidade total programada.

[C5.5] Passo de fresagem

Define o passo de fresagem no desbaste conforme o plano principal, executando-se todo o bolsão com o passo dado, ajustando o ciclo fixo o último passo de fresagem.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada. Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

[I±5.5]Profundidade do bolsão

Define a profundidade total do bolsão e se programa em cotas absolutas. É obrigatório programá-los.

[R±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência e se programa em cotas absolutas. É obrigatório programá-los.

[K1] Tipo de interseção de perfis

Define o tipo de interseção de perfis que se deseja associar.

K=0	Interseção de perfis básica.
K=1	Interseção de perfis avançada.

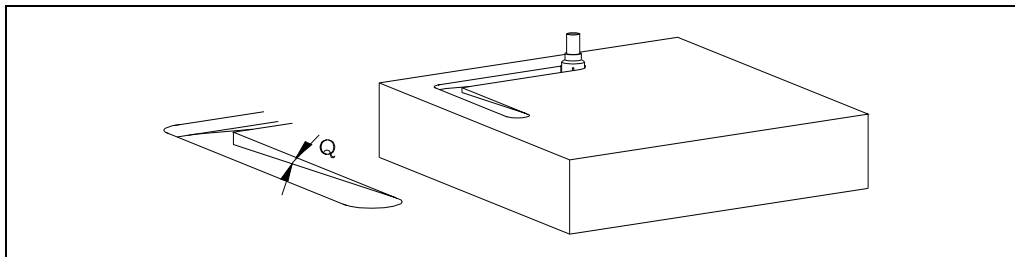
Se não se programa se toma como valor 0. Ambos os tipos de interseção se encontram detalhados mais adiante.

[V5.5] Avanço de aprofundamento

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

[Q5.5] Ângulo de aprofundamento

Opcional. Ângulo de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 90 significa que o aprofundamento é vertical. Quando se programa com um valor inferior a 0 ou superior a 90 se mostrará o erro de "Valor de parâmetro não válido em ciclo fixo".

[F5.5] Avanço de usinagem

Opcional. Define o avanço de usinagem no plano.

[S5.5] Velocidade do spindle

Opcional. Define a velocidade do spindle.

[T4] Número de ferramenta

Define a ferramenta com a que se realizará a operação de desbaste. É obrigatório programá-los.

[D4] Corretor de ferramenta

Opcional. Define o número do corretor.

[M] Funções auxiliares

Opcional. Se possui definir até 7 funções auxiliares M.

Esta operação permite definir M06 com sub-rotina associada, executando-se a troca de ferramenta indicado antes de começar a operação de desbaste.

11.1.3 Operação de acabamento

Esta operação é opcional.

O bloco em que se programa a operação de acabamento deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de acabamento.

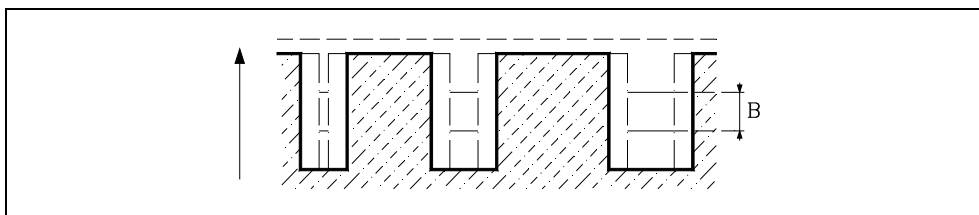
```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 F300 S400 E500
; Define a operação de acabamento
N300 G68...
```

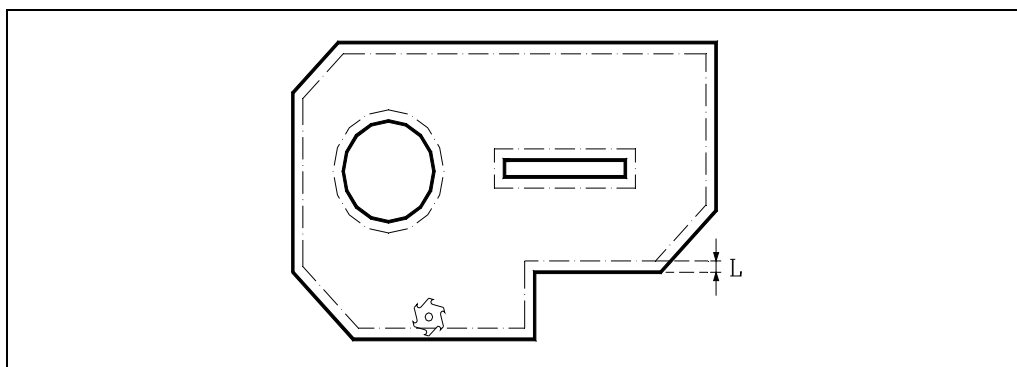

A operação de acabamento se define mediante a função G68, sendo o seu formato:

G68 B L Q I R K V F S T D M

[B±5.5] Profundidade de passada

Define o passo da malha conforme o eixo longitudinal (profundidade da passada de acabamento).

- Se se programa com valor 0, o CNC executará uma única passada de acabamento com profundidade total do bolsão.
- Quando se programa com sinal positivo, todo o acabamento se executará com o mesmo passo de usinagem, calculando o ciclo fixo um passo igual ou inferior ao programado.
- Quando se programa com sinal negativo, todo o acabamento se executará com o passo programado, ajustando o ciclo fixo ao último passo para conseguir a profundidade total programada.

[L±5.5]Excesso de espessura lateral para o acabamento

Define o valor do excesso de espessura que possuem as paredes laterais do bolsão antes de começar a operação de acabamento.

- Quando se programa com valor positivo a passada de acabamento se realizará em G7 (aresta viva).
- Quando se programa com valor negativo a passada de acabamento se realizará em G5 (arredondamento de aresta).
- Se não se programa ou se programa com valor 0, o ciclo não executará a passada de acabamento.

[Q 0/1/2] Sentido da passada de acabamento

Indica o sentido no qual se deseja efetuar a passada de acabamento no perfil exterior. A passada de acabamento nas ilhas se efetua sempre no sentido contrario.

Q = 0	A passada de acabamento se efetua no mesmo sentido no qual se programou o perfil exterior.
Q = 1	A passada de acabamento se efetua no sentido contrario no qual se programou.

Q = 2 Reservado.

Qualquer outro valor programado gerará o erro correspondente. Se o parâmetro Q não se programa, o ciclo toma o valor Q0.

[I±5.5]Profundidade do bolsão

Define a profundidade total do bolsão e se programa em cotas absolutas.

- Se o bolsão possui operação de desbaste não é necessário definir este parâmetro, já que se programou na referida operação. Entretanto, Se se programa em ambas operações, o ciclo fixo aceitará em cada operação a profundidade indicada na mesma.
- Se o bolsão não possui operação de desbaste é obrigatório definir este parâmetro.

[R±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência e se programa em cotas absolutas.

- Se o bolsão possui operação de desbaste não é necessário definir este parâmetro, já que se programou na referida operação. Entretanto, Se se programa em ambas operações, o ciclo fixo aceitará em cada operação a profundidade indicada na mesma.
- Se o bolsão não possui operação de desbaste é obrigatório definir este parâmetro.

[K1] Tipo de interseção de perfis

Define o tipo de interseção de perfis que se deseja associar.

K=0 Interseção de perfis básica.

K=1 Interseção de perfis avançada.

Se o bolsão possui operação de desbaste não é necessário definir este parâmetro, já que se programou na referida operação. Entretanto, quando se programa em ambas as operações o ciclo fixo assumirá o tipo de interseção que se definiu na operação de desbaste.

Si no se define operación de desbaste e não se programa este parâmetro, o ciclo fixo assumirá o valor K0. Ambos os tipos de interseção se encontram detalhados mais adiante.

[V5.5] Avanço de aprofundamento

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

[F5.5] Avanço de usinagem

Opcional. Define o avanço de usinagem no plano.

[S5.5] Velocidade do spindle

Opcional. Define a velocidade do spindle.

[T4] Número de ferramenta

Define a ferramenta com a que se realizará a operação de desbaste. É obrigatório programá-los.

[D4] Corretor de ferramenta

Opcional. Define o número do corretor.

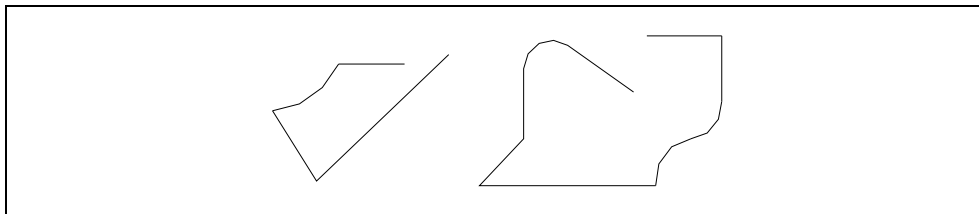
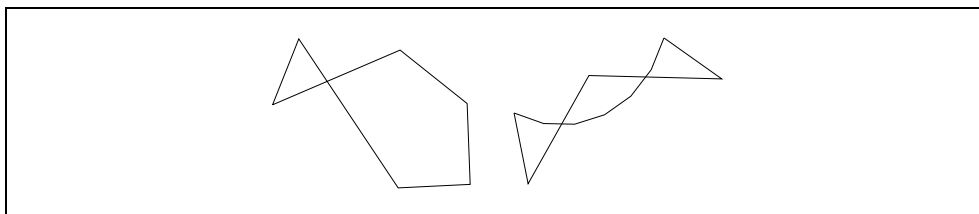
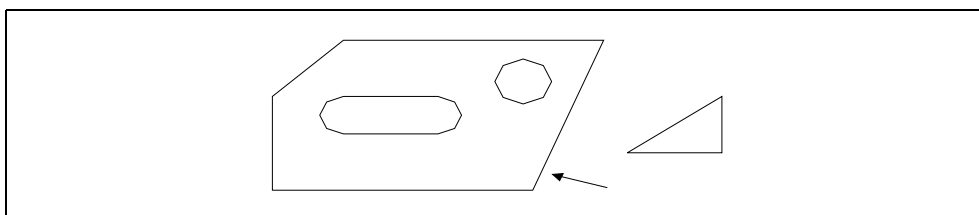
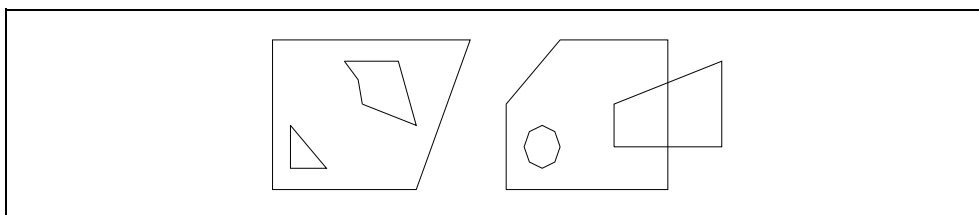
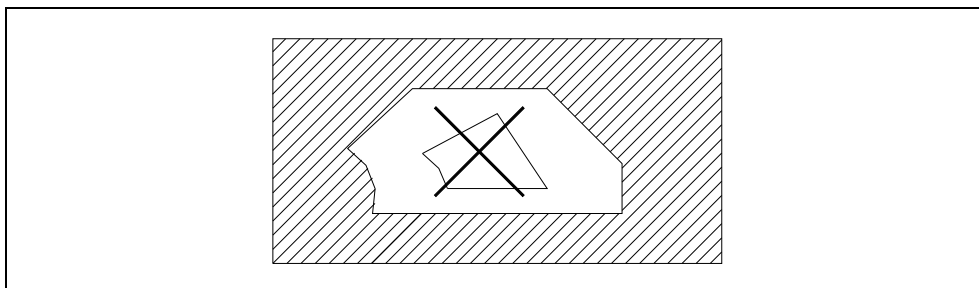
[M] Funções auxiliares

Opcional. Se possui definir até 7 funções auxiliares M.

Esta operação permite definir M06 com sub-rotina associada, executando-se a troca de ferramenta indicado antes de começar a operação de desbaste.

11.1.4 Regras de programação de perfis

Quando se programam os perfis exteriores e interiores de um bolsão com ilhas se devem seguir as seguintes normas ou regras de programação. O ciclo fixo verifica todas estas regras de geometria antes de começar a execução do bolsão, adaptando-lhes o perfil do bolsão e visualizando a mensagem de erro quando é necessário.

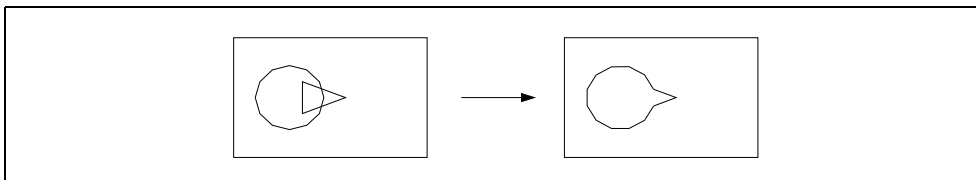
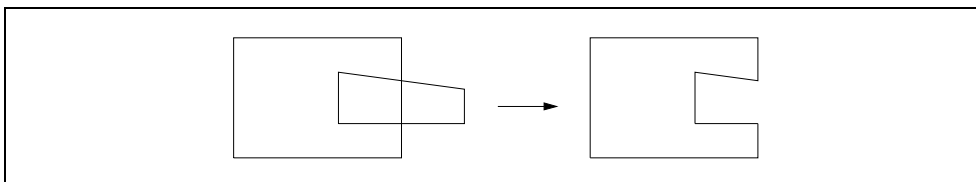
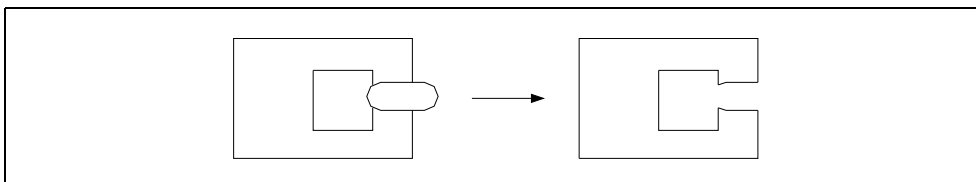
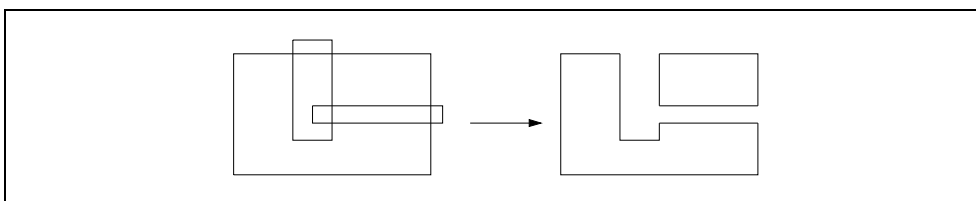
- Todo tipo de perfil que se programe deve ser fechado. Os seguintes exemplos provocam erro de geometria.

- Nenhum perfil deve cortar-se entre si. Os seguintes exemplos provocam erro de geometria.

- Quando se programou mais do que um perfil exterior o ciclo fixo assume como válido o que maior superfície ocupe.

- Não é obrigatório programar perfis interiores. No caso de programá-los estes deverão ser parcial ou totalmente interiores ao perfil exterior. A seguir se mostram alguns exemplos.

- Não se permite definir um perfil interior que se encontre incluído totalmente em outro perfil interior. Neste caso somente será levado em consideração o perfil mais exterior de ambos.

11.1.5 Interseção de perfis

Com objetivo de facilitar a programação dos perfis, o ciclo fixo permite a interseção dos perfis interiores entre si e destes com o perfil exterior.

Se possui dois tipos de interseções que poderão ser selecionadas mediante o parâmetro "K".

Interseção de perfis básica (K=0)

Este tipo adota as seguintes normas de interseção de perfis:

- A interseção de perfis interiores gera um novo perfil interior que é a união booliana das mesmas.

- A interseção entre um perfil interior e um perfil exterior gera um novo perfil exterior como resultado da diferença entre o perfil exterior e o perfil interior.

- Se existe um perfil interior que tem interseção com outro perfil interior e com o perfil exterior, o ciclo fixo realiza primeiro a interseção entre os perfis interiores e posteriormente a interseção com o perfil exterior.

- Como resultado da interseção dos perfis interiores com o perfil exterior se obterá um único bolsão, que corresponde àquele cujo perfil exterior possua a maior superfície. As demais serão ignoradas.

- Se se programou a operação de acabamento, o perfil do bolsão resultante deverá cumprir todas as normas de compensação de ferramenta, já que quando se programa um perfil que não possa ser usinado pela ferramenta de acabamento programada, o CNC mostrará o erro correspondente.

Interseção de perfis avançada (K=1)

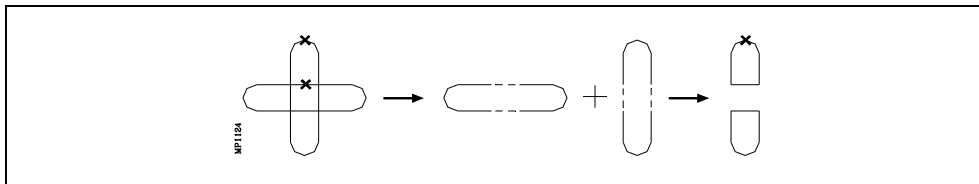
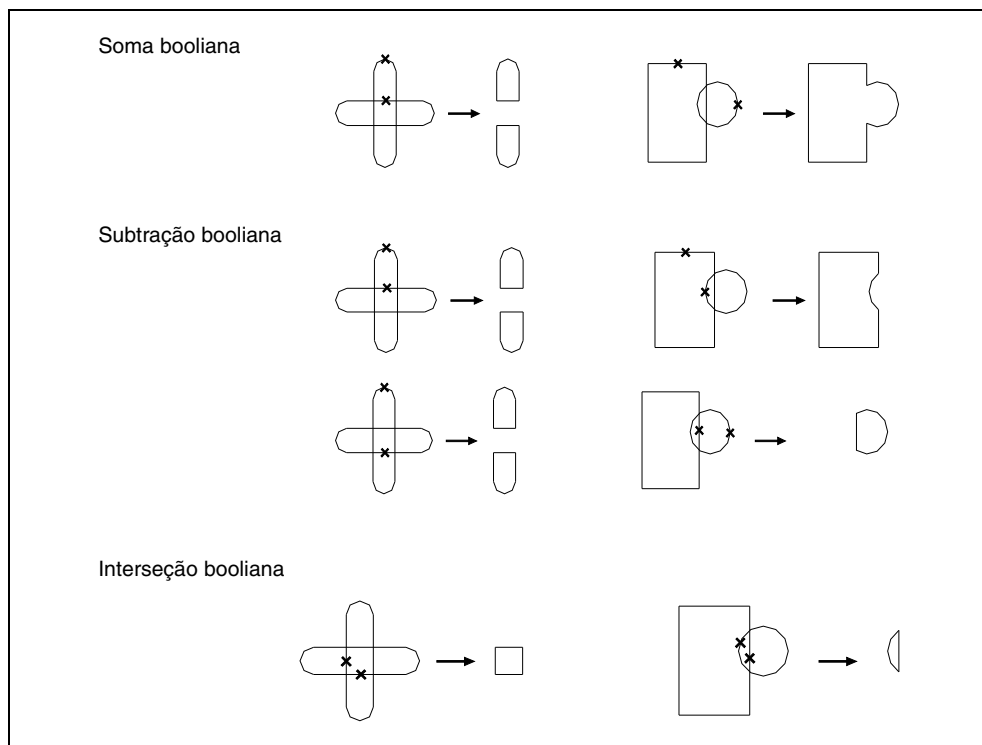
Este tipo adota as seguintes normas de interseção de perfis:

1. O ponto inicial de cada contorno determina o pedaço de contorno que se deseja selecionar.

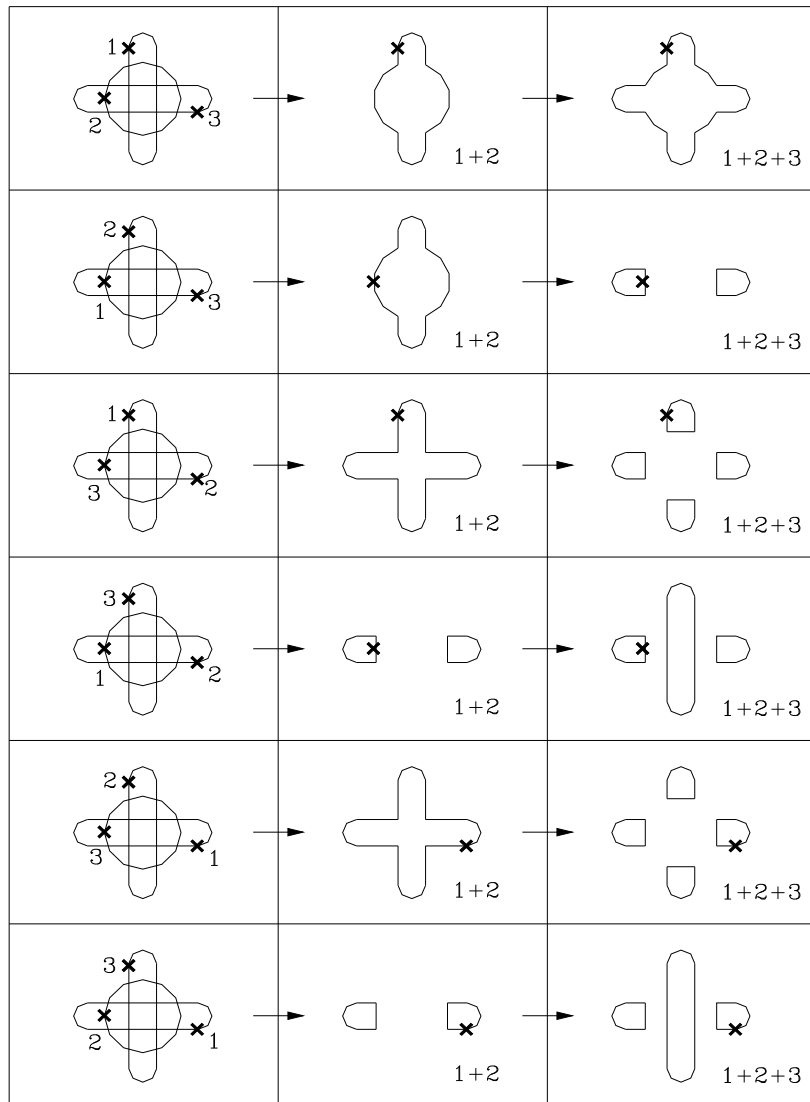
Numa interseção de perfis, cada contorno fica dividido em várias linhas que podemos agrupá-las como:

- Linhas exteriores ao outro contorno.
- Linhas interiores ao outro contorno.

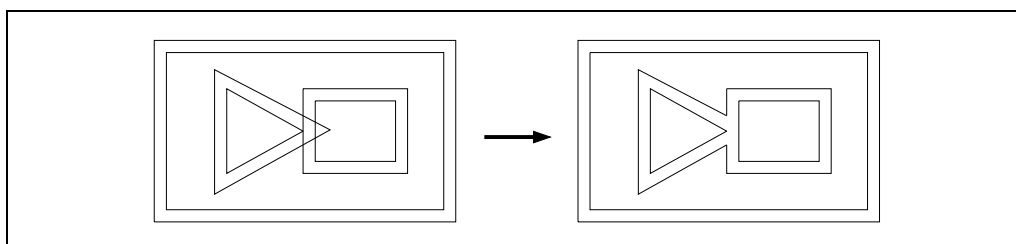
Este tipo de interseção de perfis seleciona em cada contorno o grupo de linhas nas que se encontra incluído o ponto de definição do perfil.

O exemplo seguinte mostra o processo de seleção explicado, mostrando-se em traço contínuo as linhas exteriores ao outro contorno e com traço descontínuo as linhas interiores. O ponto inicial de cada contorno se indica com o sinal „x“.

Exemplos de interseção de perfis:

2. A ordem de programação dos diferentes perfis é determinante quando se realiza uma interseção de 3 ou mais perfis.

O processo de interseção de perfis se realiza conforme a ordem na qual se programaram os perfis. Deste modo, depois de se efetuar a interseção dos dois primeiros perfis programados, se realizará uma interseção do perfil resultante de ambos com o terceiro perfil, e assim sucessivamente.

O ponto inicial dos perfis resultantes coincide sempre com o ponto inicial com que se definiu o primeiro perfil.

Perfil resultante

Depois de obtidos os perfis do bolsão e das ilhas, o ciclo fixo calcula os offset correspondentes aos perfis resultantes, em função da dimensão do raio da ferramenta a utilizar no desbaste e do excesso de espessura programado.

Pode ocorrer que neste processo se obtenham interseções que não aparecem entre os perfis programados.

Se existe uma zona na qual não pode passar a ferramenta de desbaste, ao realizar a interseção entre os offset dos perfis se obterão vários bolsões resultantes, usinando-se todos eles.

11.1.6 Sintaxe de programação de perfis

O perfil exterior e os perfis interiores ou ilhas que se programam deverão definir-se mediante elementos geométricos simples (trechos retos e arcos).

O primeiro bloco de definição (donde começa o primeiro perfil) e o último (donde finaliza o último perfil definido) deverão possuir de número de etiqueta de bloco. Estes números de etiqueta serão os que indicarão ao ciclo fixo o começo e o final da descrição geométrica dos perfis que compõem o bolsão.

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 F300 S400 E500
; Descrição geométrica.
N400 G0 G90 X300 Y50 Z3
...
N500 G2 G6 X300 Y50 I150 J0
```

A sintaxes de programação de perfis deve cumprir as seguintes normas:

- O primeiro perfil deve começar no primeiro bloco de definição da descrição geométrica dos perfis da peça. A este bloco se atribuirá um número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo G66 o começo da descrição geométrica.
- Neste mesmo bloco se programará a cota de superfície da peça.
- Se poderão programar, um atrás do outro, todos os perfis que se desejem. Devendo começar cada um deles em um bloco que contenha a função G00 (indicativo de começo de perfil).

Se deverá ter cuidado ao programar G01, G02 ou G03 no bloco seguinte ao de definição de começo, já que G00 é modal, evitando deste modo que o CNC interprete os blocos seguintes como começos de novo perfil.

- Depois de finalizada a definição dos perfis, se deverá atribuir ao último bloco programado, um número de etiqueta, com objetivo de indicar ao ciclo fixo G66 o final da descrição geométrica.

```
G0 G17 G90 X-350 Y0 Z50
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 D100 R200 F300 S400 E500
G0 G90 X0 Y0 Z50
M30

; Define o primeiro perfil.
N400 G0 G90 X-260 Y-190 Z4.5
--- --- --- ---
; Define outro perfil.
G0 X230 Y170
G1 --- ---
--- --- --- ---
; Define outro perfil.
G0 X-120 Y90
G2 --- ---
--- --- --- ---
; Fim descrição geométrica.
N500 G1 X-120 Y90
```

- Os perfis se descrevem como trajetórias programadas, podendo incluir arredondamentos, chanfros, etc., seguindo para a sua programação as normas de sintaxes definidas para as mesmas.
- Na descrição de perfis não se permite programar espelhamento, mudanças de escala, rotação do sistema de coordenadas, deslocamentos de origem, etc.
- Também não é permitido programar blocos em linguagem de alto nível, como saltos, chamadas a sub-rotinas ou programação paramétrica.
- Não podem programar-se outros ciclos fixos.

Além da função G00, que tem significado especial, o ciclo fixo de bolsão com ilhas permite para a definição dos perfis, o uso das seguintes funções:

G01	Interpolação linear.
G02	Interpolação circular direita.
G03	Interpolação circular esquerda.
G06	Centro de circunferência em coordenadas absolutas.
G08	Circunferência tangente à trajetória anterior.
G09	Circunferência por três pontos.
G36	Arredondamento de arestas.
G39	Chanfrado.
G53	Programação com respeito ao zero máquina.
G70	Programação em polegadas.
G71	Programação em milímetros.
G90	Programação absoluta.
G91	Programação incremental.
G93	Pré-seleção da origem polar

11.1.7 Erros

O CNC poderá visualizar os seguintes erros:

ERRO 1023 **G67. Raio de ferramenta demasiado grande.**

Se se selecionou uma ferramenta incorreta na operação de desbaste.

ERRO 1024 **G68. Raio de ferramenta demasiado grande.**

Se se selecionou uma ferramenta incorreta na operação de acabamento.

ERRO 1025 **Programada ferramenta de raio nulo**

Se produz quando alguma das ferramentas que se utilizam na elaboração do bolsão se definiu com raio 0.

ERRO 1026 **Programado passo maior que diâmetro da ferramenta**

Se produz quando a operação de Desbaste se programou o parâmetro "C" com um valor superior ao diâmetro da ferramenta com a qual se vai realizar a referida operação.

ERRO 1041 **Não programado parâmetro obrigatório em ciclo fixo**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando não foram programados os parâmetros "I" e "R" na operação de desbaste.
- Quando não há operação de desbaste e não se programam os parâmetros "I" e "R" na operação de acabamento.

ERRO 1042 **Valor de parâmetro não válido em ciclo fixo**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando o parâmetro "Q" da operação de acabamento se programou com um valor não válido.
- Quando o parâmetro "Q" da operação de acabamento se programou com um valor 0.
- Quando o parâmetro "J" da operação de acabamento se programou com um valor superior ao raio da ferramenta com a qual se vai realizar a referida operação.

ERRO 1044 **Perfil no plano se corta a si mesmo em bolsão com ilhas**

Se produz quando algum dos perfis no plano dos contornos programados se corta a si mesmo.

ERRO 1046 **Posição de ferramenta não válida antes de ciclo fixo**

Se produz se no momento da chamada ao ciclo G66, a ferramenta se encontra posicionada entre a cota do plano de referência e a cota de profundidade final de alguma das operações.

ERRO 1047 **Perfil no plano aberto em bolsão com ilhas**

Se produz quando algum dos contornos programados não começa e termina no mesmo ponto. Pode ser devido a que não se programou G1 depois do começo, com G0, de algum dos perfis.

ERRO 1048 **Não programada cota de superfície da peça em bolsão com ilhas**

Se produz quando não se programou a cota de superfície do bolsão no primeiro ponto da definição da geometria.

ERRO 1049 **Cota do plano de referência não válida em ciclo fixo**

Se produz quando a cota do plano de referência se encontra entre a cota da superfície da peça e a cota da profundidade final de alguma das operações

ERRO 1084 **Trajetória circular mal programada**

Se produz quando alguma das trajetórias programadas na definição da geometria do bolsão não é correta.

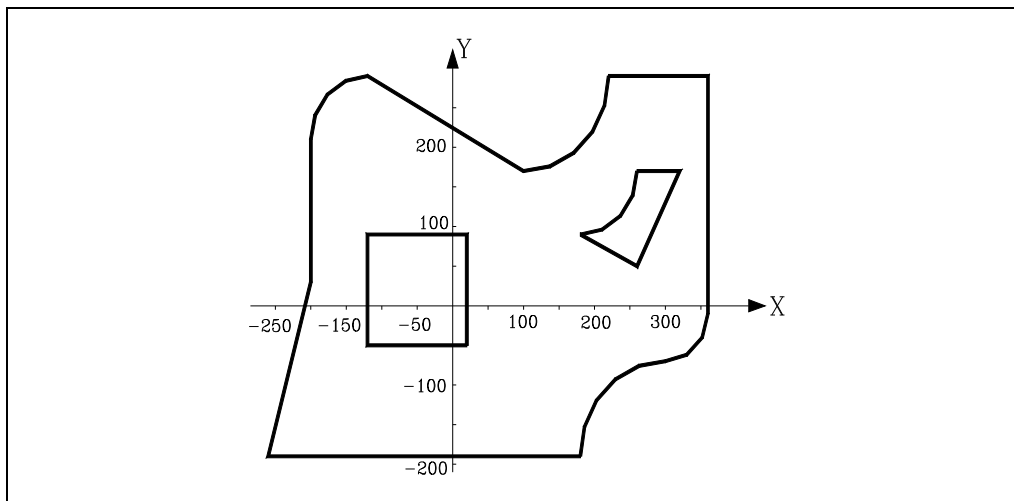
ERRO 1227 **Interseção de perfis não válida em bolsão com ilhas**

Se produz nos seguintes casos:

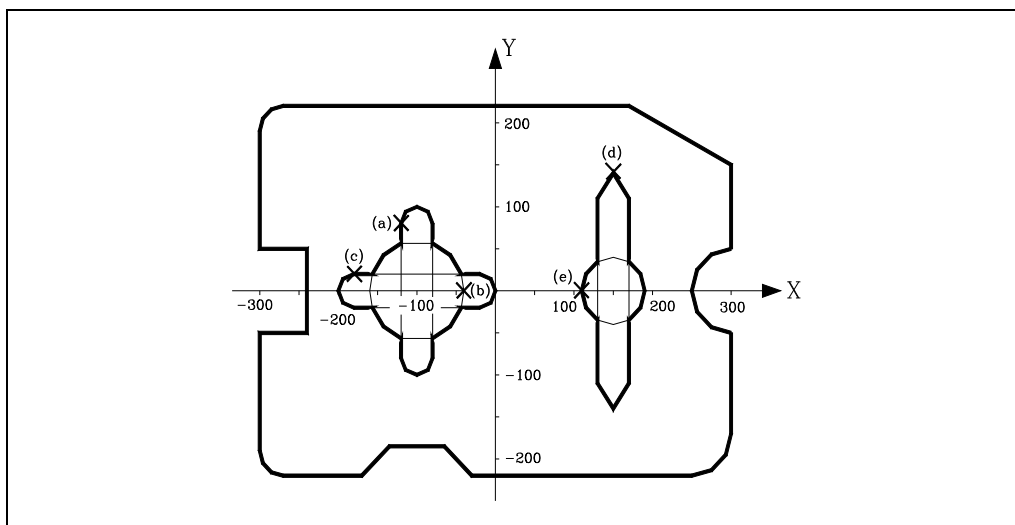
- Quando dois perfis no plano têm algum trecho comum (figura esquerda)
- Quando coincidem os pontos iniciais de 2 perfis no plano principal (figura direita).

11.1.8 Exemplos de programação

Exemplo de programação ·1·

Exemplo de programação, sem trocador automático de ferramenta:

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=5, TOI1=0, TOL1=25, TOK1=0)
(TOR2=3, TOI2=0, TOL2=20, TOK2=0)
(TOR3=5, TOI3=0, TOL3=25, TOK3=0)

; Posicionamento inicial e programação bolsões com Ilhas.
G0 G17 G43 G90 X0 Y0 Z25 S800
G66 D100 R200 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de furação.
N100 G81 Z5 I-40 T3 D3 M6

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B20 C8 I-40 R5 K0 V100 F500 T1 D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B0 L0.5 Q0 V100 F300 T2 D2 M6

; Definição dos contornos do bolsão.
N400 G0 G90 X-260 Y-190 Z0
; Contorno exterior.
G1 X-200 Y30
X-200 Y210
G2 G6 X-120 Y290 I-120 J210
G1 X100 Y170
G3 G6 X220 Y290 I100 J290
G1 X360 Y290
G1 X360 Y-10
G2 G6 X300 Y-70 I300 J-10
G3 G6 X180 Y-190 I300 J-190
G1 X-260 Y-190

; Contorno da primeira ilha.
G0 X230 Y170
G1 X290 Y170
G1 X230 Y50
G1 X150 Y90
G3 G6 X230 Y170 I150 J170

; Contorno da segunda ilha.
G0 X-120 Y90
G1 X20 Y90
G1 X20 Y-50
G1 X-120 Y-50

; Fim da definição do contorno.
N500 G1 X-120 Y90
```

Exemplo de programação ·2·

Exemplo de programação, com trocador automático de ferramenta. As "x" da figura indicam os pontos iniciais de cada perfil:

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=9, TOI1=0, TOL1=25, TOK1=0)
(TOR2=3.6, TOI2=0, TOL2=20, TOK2=0)
(TOR3=9, TOI3=0, TOL3=25, TOK3=0)

; Posicionamento inicial e programação bolsões com Ilhas.
G0 G17 G43 G90 X0 Y0 Z25 S800
G66 D100 R200 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de furação.
N100 G81 Z5 I-40 T3 D3 M6

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B10 C5 I-40 R5 K1 V100 F500 T1 D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B0 L0.5 Q1 V100 F300 T2 D2 M6

; Definição dos contornos do bolsão.
N400 G0 G90 X-300 Y50 Z3

; Contorno exterior.
G1 Y190
G2 G6 X-270 Y220 I-270 J190
G1 X170
X300 Y150
Y50
G3 G6 X300 Y-50 I300 J0
G1 G36 R50 Y-220
X-30
G39 R50 X-100 Y-150
X-170 Y-220
X-270
G2 G6 X-300 Y-190 I-270 J-190
G1 Y-50
X-240
Y50
X-300
```

```
; Contorno da primeira ilha.
G0 X-120 Y80
G2 G6 X-80 Y80 I-100 J80; (Contorno a)
G1 Y-80
G2 G6 X-120 Y-80 I-100 J-80
G1 Y80
G0 X-40 Y0; (Contorno b)
G2 G6 X-40 Y0 I-100 J0
G0 X-180 Y20; (Contorno c)
G1 X-20
G2 G6 X-20 Y-20 I-20 J0
G1 X-180
G2 G6 X-180 Y20 I-180 J0

; Contorno da segunda ilha.
G0 X150 Y140
G1 X170 Y110; (Contorno d)
Y-110
X150 Y-140
X130 Y-110
Y110
X150 Y140
G0 X110 Y0; (Contorno e)

; Fim da definição do contorno.
N500 G2 G6 X110 Y0 I150 J0
```

11.2 Bolsões 3D

A função G66 de chamada ao ciclo não é modal, portanto deverá programar-se sempre que se deseje executar um bolsão 3D.

Num bloco que contém a função G66 não se permite programar nenhuma outra função, sendo a sua estrutura de definição:

G66 R I C J F K S E

R (0-9999) / I (0-9999)Operação de desbaste

Números de etiqueta do bloco inicial (R) e final (I) que definem a operação de desbaste.

- Se não se define (I) somente se executa o bloco (R).
- Se não se define (R) não há operação de desbaste.

C (0-9999) / J (0-9999)Operação de semi-acabamento

Números de etiqueta do bloco inicial (C) e final (J) que definem a operação de semi-acabamento.

- Se não se define (J) somente se executa o bloco (C).
- Se não se define (C) não há operação de semi-acabamento.

F (0-9999) / K (0-9999)Operação de acabamento

Números de etiqueta do bloco inicial (F) e final (K) que definem a operação de acabamento.

- Se não se define (K) somente se executa o bloco (F).
- Se não se define (F) não há operação de acabamento.

S (0-9999) / E (0-9999)Descrição geométrica dos perfis

Números de etiqueta do bloco inicial (S) e final (E) que definem a descrição geométrica dos perfis que compõem o bolsão. Tem que definir ambos os parâmetros.

Exemplo de programação:

```
; Posicionamento inicial.
G00 G90 X100 Y200 Z50 F5000 T1 D2
M06
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 R100 C200 J210 F300 S400 E500
; Fim de programa.
M30

; Operação de desbaste.
N100 G67...
; Operação de semi-acabamento.
N200...
G67 ...
N210...
; Operação de acabamento.
N300 G68...
; Descrição geométrica.
N400 G0 G90 X300 Y50 Z3
...
...
N500 G2 G6 X300 Y50 I150 J0
```

Funcionamento básico.

1.Operação de desbaste. Só se foi programado.

Consta de diversas passadas superficiais de fresagem, até atingir o aprofundamento total programado. Em cada passada superficial dar-se-ão os seguintes passos em função do tipo de usinagem programado:

Caso A:

Quando as trajetórias de usinagem são lineares e mantêm um determinado ângulo com o eixo de abcissas.

Primeiro efetúa um contorno inicial do perfil exterior da chapa. Se na chamada ao ciclo se selecionou a operação de acabamento, este contorno se realiza deixando o excesso de espessura programado para o acabamento.

A seguir se efetua uma fresagem, com o avanço e passos programados. Se durante a fresagem se atinge uma ilha pela primeira vez, se realizará um contorno da mesma.

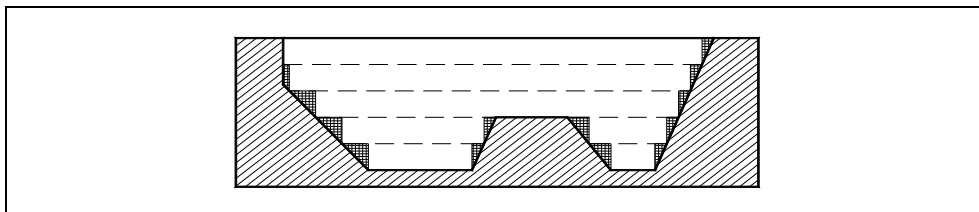
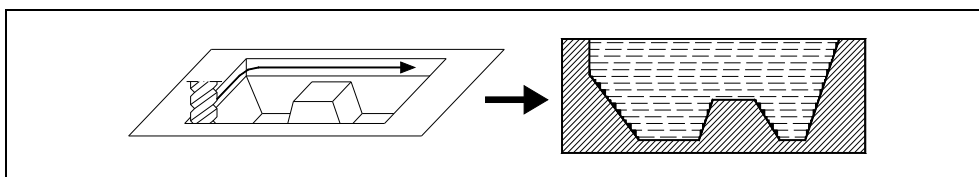
Depois do contorno da ilha e o resto das vezes, a ferramenta passará por cima da ilha, retirando-se conforme o eixo longitudinal, até o plano de referência, continuando a usinagem depois de superada a ilha.

Caso B:

Quando as trajetórias de usinagem são concêntricas.

O desbaste se realiza seguindo trajetórias concêntricas ao perfil. A usinagem se fará o mais rápido que se puder, evitando, se possível, passar por cima das ilhas.

2. Operação de semi-acabamento . Só se foi programado.

Depois da operação de desbaste ficam umas sobras de material no perfil exterior e nas ilhas, tal como se indica na figura.

A operação de semi-acabamento permite minimizar estas sobras de material mediante diversas passadas de contorno a diferentes alturas.

3. Operação de acabamento. Só se foi programado.

Efetua sucessivas passadas de acabamento em 3D. Se pode seleccionar o sentido da usinagem das trajetórias, tanto do exterior do bolsão na direção à sua profundidade final, do interior para o exterior ou em ambos os sentidos, alternativamente.

O CNC usinará tanto o perfil exterior como as ilhas, efetuando entradas e saídas tangenciais às mesmas, com velocidade superficial constante.

Condições depois de finalizar o ciclo:

Depois de finalizado o ciclo fixo o avanço ativo será o último avanço programado, o correspondente à operação de desbaste ou acabamento. Da mesma maneira, o CNC aceitará as funções G00, G40 e G96.

Cotas de referência:

No ciclo fixo do bolsão com ilhas existem quatro cotas ao longo do eixo longitudinal, normalmente o eixo perpendicular ao plano (o selecionado com G15), que pela sua importância se comentam a seguir :

1. Cota do plano de partida. Vem dada pela posição que ocupa a ferramenta quando se chama ao ciclo.

2. Cota do plano de referência. Se deve programar em cotas absolutas e representa uma cota de aproximação à peça.

3. Cota da superfície da chapa. Se programa em cotas absolutas e no primeiro bloco de definição do perfil.

4. Cota de profundidade de usinagem. Se deve programar em cotas absolutas.

11.2.1 Operação de desbaste

É a operação principal na usinagem de um bolsão, sendo opcional a sua programação.

O bloco em que se programa a operação de desbaste deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de desbaste .

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 R100 C200 F300 S400 E500
; Define a operação de desbaste.
N100 G67...
```

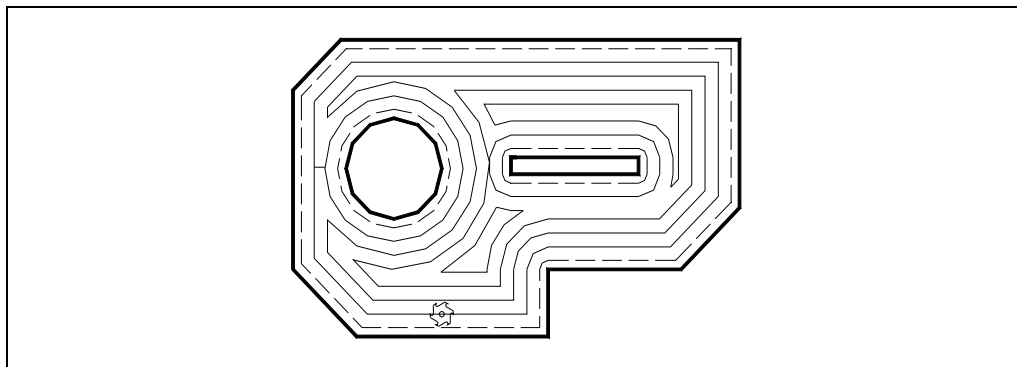
A operação de desbaste se define mediante a função G67 e não pode ser executada independentemente da função G66.

O seu formato de programação é:

G67 A B C I R V F S T D M

[A±5.5] Ângulo da trajetória com o eixo de abcissas

Define o ângulo que forma a trajetória de desbaste com o eixo de abcissas.

Se não se programa o parâmetro "A", o desbaste se realiza seguindo trajetórias concêntricas com o perfil. A usinagem se fará o mais rápido que se puder, evitando passar por cima das ilhas.

[B±5.5] Profundidade de passada

Define o passo de usinagem conforme o eixo longitudinal (profundidade da passada de desbaste). É obrigatório defini-lo e deve programar-se com valor diferente de 0, em caso contrário, se anula a operação de desbaste.

- Quando se programa com sinal positivo, o ciclo fixo calcula um passo igual ou inferior ao programado para efetuar uma passada de fresagem em cada uma das cotas de profundidade das superfícies das ilhas.
- Quando se programa com sinal negativo, todo o desbaste se executará com o passo programado, ajustando o ciclo fixo ao último passo para conseguir a profundidade total programada.

Se o desbaste se efetua com "B(+)" somente ficam sobras nas paredes laterais do bolsão, mas se o desbaste se efetua com "B(-)" também podem ficar sobras por cima das ilhas.

[C5.5] Passo de fresagem

Define o passo de fresagem no desbaste conforme o plano principal, executando-se todo o bolsão com o passo dado, ajustando o ciclo fixo o último passo de fresagem.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará como valor 3/4 do diâmetro da ferramenta selecionada.

Se se programa com um valor superior ao diâmetro da ferramenta, o CNC mostrará o erro correspondente.

[I±5.5]Profundidade do bolsão

Define a profundidade total do bolsão e se programa em cotas absolutas. É obrigatório programá-los.

[R±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência e se programa em cotas absolutas. É obrigatório programá-los.

[V5.5] Avanço de aprofundamento

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

[F5.5] Avanço de usinagem

Opcional. Define o avanço de usinagem no plano.

[S5.5] Velocidade do spindle

Opcional. Define a velocidade do spindle.

[T4] Número de ferramenta

Define a ferramenta com a que se realizará a operação de desbaste. É obrigatório programá-los.

[D4] Corretor de ferramenta

Opcional. Define o número do corretor.

[M] Funções auxiliares

Opcional. Se possui definir até 7 funções auxiliares M. Se executarão no inicio da operação de desbaste.

Esta operação permite definir M06 com sub-rotina associada, executando-se a troca de ferramenta indicado antes de começar a operação de desbaste.

11.2.2 Operação de semi-acabamento.

Esta operação é opcional.

O bloco em que se programa a operação de semi-acabamento deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de semi-acabamento.

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 R100 C200 F300 S400 E500
; Define a operação de semi-acabamento.
N200 G67...
```

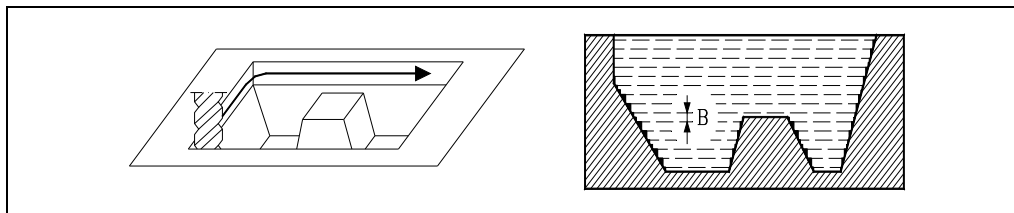
A operação de semi-acabamento se define mediante a função G67 e não pode ser executada independentemente da função G66.

As operações de desbaste e semi- acabamento se definem com a função G67, mas em blocos diferentes. É a função G66 a que indica qual é qual, mediante os parâmetros "R" e "C".

O seu formato de programação é:

G67 B I R V F S T D M

[B±5.5] Profundidade de passada

Define o passo da malha conforme o eixo longitudinal (profundidade da passada de semi-acabamento). É obrigatório defini-lo e deve programar-se com valor diferente de 0, em caso contrário, se anula a operação de semi-acabamento.

- Quando se programa com sinal positivo, todo o semi-acabamento se executará com o mesmo passo de usinagem, calculando o ciclo fixo um passo igual ou inferior ao programado.
- Quando se programa com sinal negativo, todo o semi-acabamento se executará com o passo programado, ajustando o ciclo fixo ao último passo para conseguir a profundidade total programada.

[I±5.5]Profundidade do bolsão

Define a profundidade total do bolsão e se programa em cotas absolutas.

Se existe operação de desbaste e não se programa, se aplica o mesmo valor que o definido na operação de desbaste.

Se não tem operação de desbaste, é obrigatório programá-la.

[R±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência e se programa em cotas absolutas.

Se existe operação de desbaste e não se programa, se aplica o mesmo valor que o definido na operação de desbaste.

Se não tem operação de desbaste, é obrigatório programá-la.

[V5.5] Avanço de aprofundamento

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

[F5.5] Avanço de usinagem

Opcional. Define o avanço de usinagem no plano.

[S5.5] Velocidade do spindle

Opcional. Define a velocidade do spindle.

[T4] Número de ferramenta.

Define a ferramenta com a que se realizará a operação de semi-acabamento. É obrigatório programá-los.

[D4] Corretor de ferramenta

Opcional. Define o número do corretor.

[M] Funções auxiliares

Opcional. Se possui definir até 7 funções auxiliares M. Se executarão no inicio da operação de semi-acabamento.

Esta operação permite definir M06 com sub-rotina associada, executando-se a troca de ferramenta indicado antes de começar a operação de semi-acabamento.

11.2.3 Operação de acabamento

Esta operação é opcional.

O bloco em que se programa a operação de acabamento deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo o bloco donde se define a operação de acabamento.

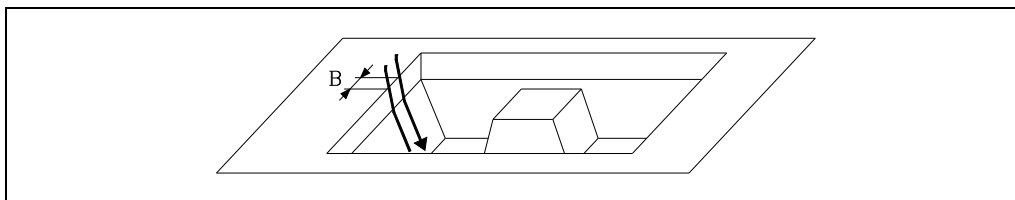
```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 R100 C200 F300 S400 E500
; Define a operação de acabamento
N300 G68...
```

A operação de acabamento se define mediante a função G68 e não pode ser executada independentemente da função G66.

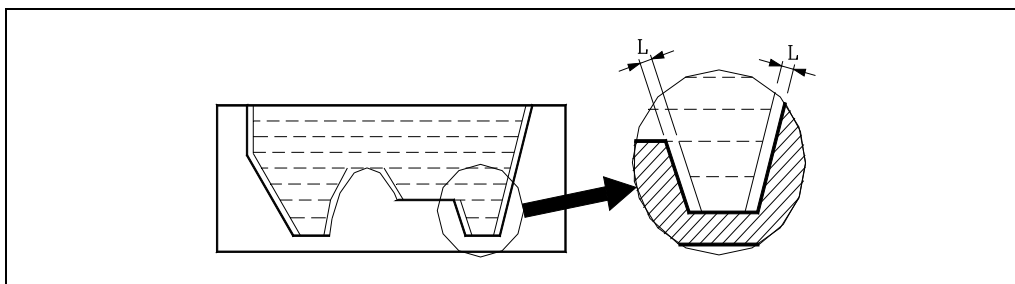
O seu formato de programação é:

G68 B L Q J I R V F S T D M

[B5.5]Passo de usinagem

Define o passo no plano entre dois trajetórias 3D da operação de acabamento. É obrigatório defini-lo e deve programar-se com valor diferente de 0.

[L±5.5]Excesso de espessura lateral para o acabamento

Define o valor do excesso de acabamento que deixarão, nas paredes laterais do bolsão, as operações de desbaste e semi-acabamento. Nas superfícies das ilhas e no fundo do bolsão não se deixam excessos.

Quando se programa com valor positivo a passada de acabamento se realizará em G7 (aresta viva). Quando se programa com valor negativo a passada de acabamento se realizará em G5 (arredondamento de aresta). Se não se programa, o ciclo toma o valor L0.

[Q 0/1/2] Sentido da passada de acabamento

Indica o sentido no qual se deseja efetuar a passada de acabamento.

Q= 1:	Todas as trajetórias se efetuam desde a superficie na direção do profundidade final.
Q= 2:	Todas as trajetórias se efetuam da profundidade final em direção à superfície.
Q=0:	O sentido é alternativo para cada 2 trajetórias consecutivas.

Qualquer outro valor programado gerará o erro correspondente. Se o parâmetro Q não se programa, o ciclo toma o valor Q0.

[J5.5] Raio da ponta da ferramenta

Indica o raio da ponta da ferramenta, e portanto, o tipo de ferramenta de acabamento.

Em função do raio que se atribuiu à ferramenta na tabela de corretores (variáveis "TOR" + "TOI" do CNC) e do valor atribuído a este parâmetro, se podem definir três tipos de ferramentas.

PLANA	Se não se programa J se programa J=0.
ESFÉRICA	Se se programa J=R.
TÓRICA	Se se programa J com valor diferente de 0 e menor que R.

[I±5.5]Profundidade do bolsão

Define a profundidade total do bolsão e se programa em cotas absolutas.

- Se se define, o ciclo será levado em consideração na operação de acabamento.
- Se não se define e o bolsão não possui operação de desbaste, o ciclo assumirá o definido na operação de desbaste.
- Se não se define e o bolsão não possui operação de desbaste mas possui operação de semi-acabamento, o ciclo assumirá o definido na operação de semi-acabamento.
- Se o bolsão não possui operação de desbaste nem de semi-acabamento, é obrigatório definir este parâmetro.

[R±5.5] Plano de referência

Define a cota do plano de referência e se programa em cotas absolutas.

- Se se define, o ciclo será levado em consideração na operação de acabamento.
- Se não se define e o bolsão não possui operação de desbaste, o ciclo assumirá o definido na operação de desbaste.
- Se não se define e o bolsão não possui operação de desbaste mas possui operação de semi-acabamento, o ciclo assumirá o definido na operação de semi-acabamento.
- Se o bolsão não possui operação de desbaste nem de semi-acabamento, é obrigatório definir este parâmetro.

[V5.5] Avanço de aprofundamento

Define o avanço de aprofundamento da ferramenta.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se tomará 50% do avanço no plano (F).

[F5.5] Avanço de usinagem

Opcional. Define o avanço de usinagem no plano.

[S5.5] Velocidade do spindle

Opcional. Define a velocidade do spindle.

[T4] Número de ferramenta

Define a ferramenta com a que se realizará a operação de acabamento. É obrigatório programá-los.

[D4] Corretor de ferramenta

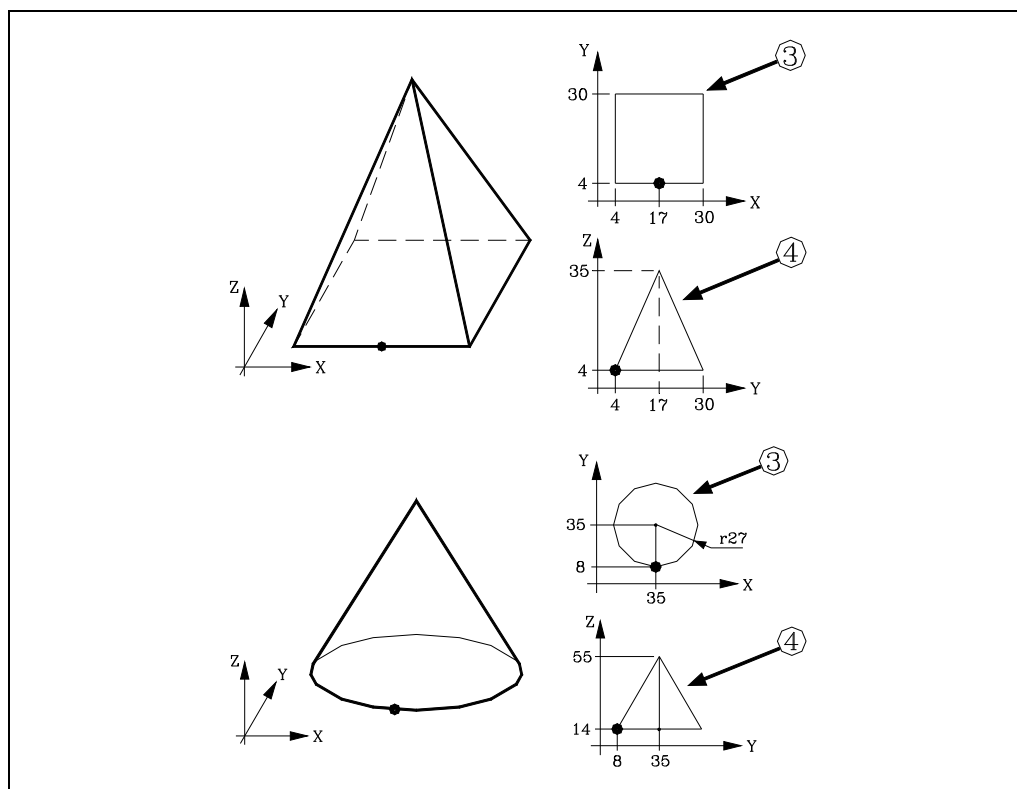
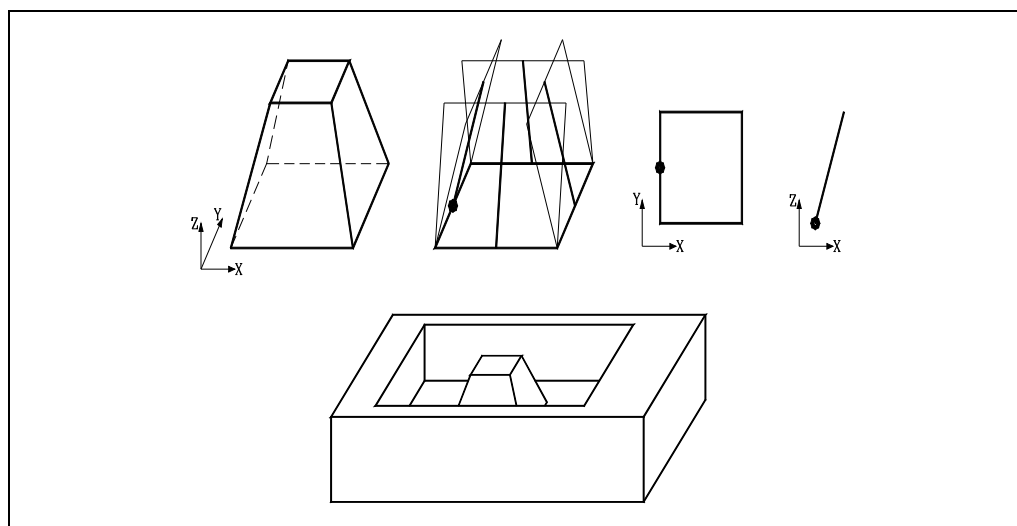
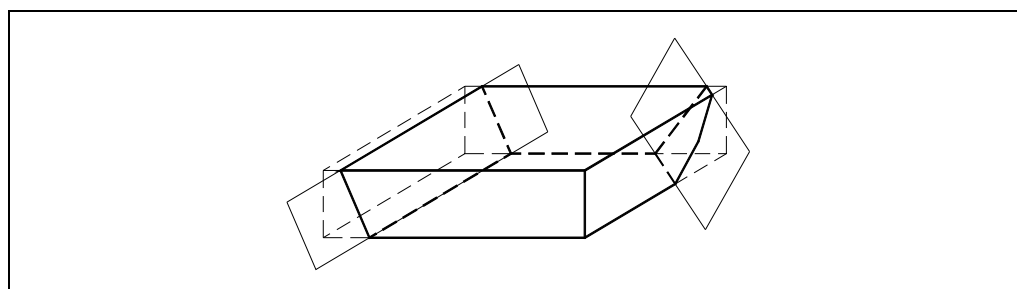
Opcional. Define o número do corretor.

[M] Funções auxiliares

Opcional. Se possui definir até 7 funções auxiliares M. Definição da operação de acabamento.

Esta operação permite definir M06 com sub-rotina associada, executando-se a troca de ferramenta indicado antes de começar a operação de acabamento.

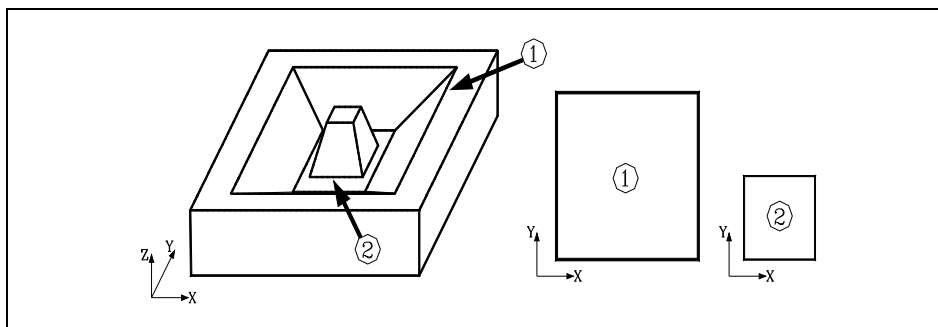
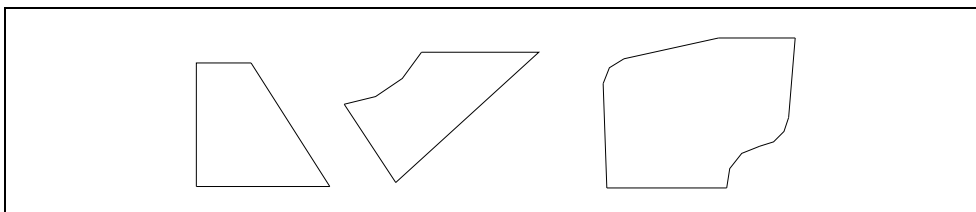
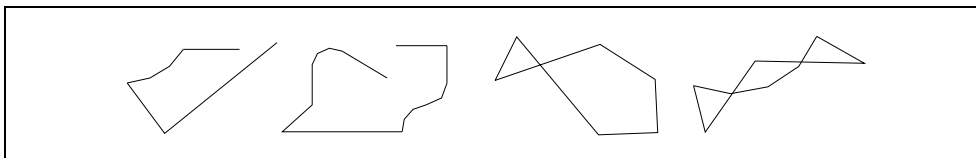
11.2.4 Geometria dos contornos ou perfis

Para definir os contornos de um bolsão 3D se deve especificar o perfil no plano (3) e o perfil de profundidade (4) de todos os contornos (ainda que sejam verticais).

Como o ciclo fixo aplica o mesmo perfil de profundidade a todo o contorno, se deve utilizar o mesmo ponto como começo de definição do perfil no plano e como começo de definição do perfil de profundidade.

Também é possível definir contornos 3D com mais de um perfil de profundidade. Estes contornos se denominam "Perfis 3D compostos" e se encontram detalhados mais adiante.

11.2.5 Regras de programação de perfis

Quando se programam os contornos ou perfis exteriores e interiores de um bolsão com ilhas 3D se devem seguir as seguintes normas ou regras de programação:

1. O perfil no plano principal indica a forma do contorno.

Como um contorno 3D tem infinitos perfis diferentes (1 por cada cota de profundidade), se deve programar:

- Para o contorno exterior do bolsão, o correspondente pela cota de superfície (1).
- Para os contornos interiores, ilhas, o correspondente à cota de seu base (2).

2. O perfil no plano deve ser fechado (o ponto inicial e final deve ser o mesmo) e não deve cortar-se entre si. Exemplos:

Os seguintes exemplos provocam erro de geometria.

3. O perfil de profundidade se deve programar com um qualquer dos eixos do plano ativo e o eixo perpendicular. Se o plano ativo é o XY e o eixo perpendicular é o Z, se deve programar G16XZ ou G16YZ.

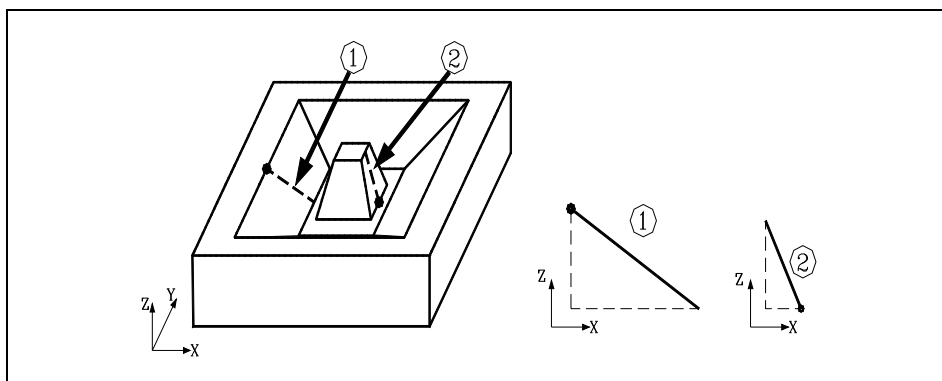
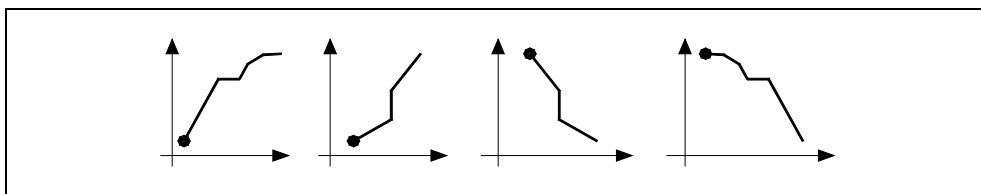
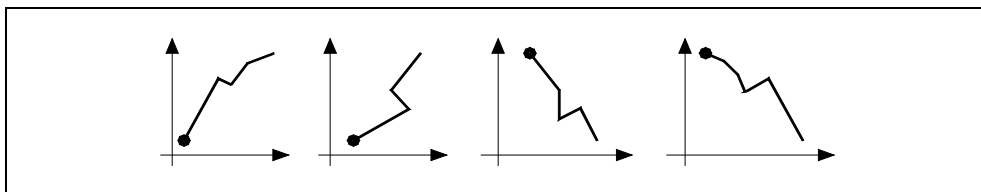
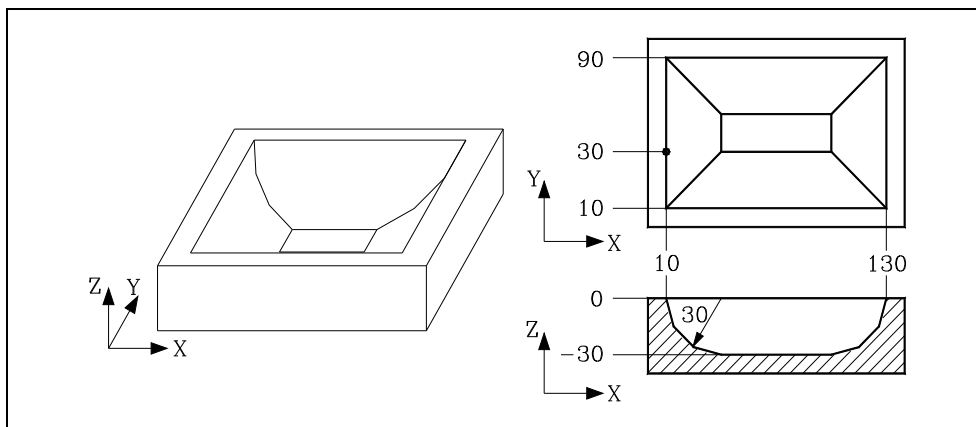
Todos os perfis, perfis do plano e perfis de profundidade, devem começar com a definição do plano que o contém.

```
G16 XY ; Começo da definição do perfil exterior.
; - - Definição do perfil no plano - -
G16 XZ
; - - Definição do perfil de profundidade - -

G16 XY ; Começo da definição da ilha.
; - - Definição do perfil no plano - -
G16 XZ
; - - Definição do perfil de profundidade - -
```

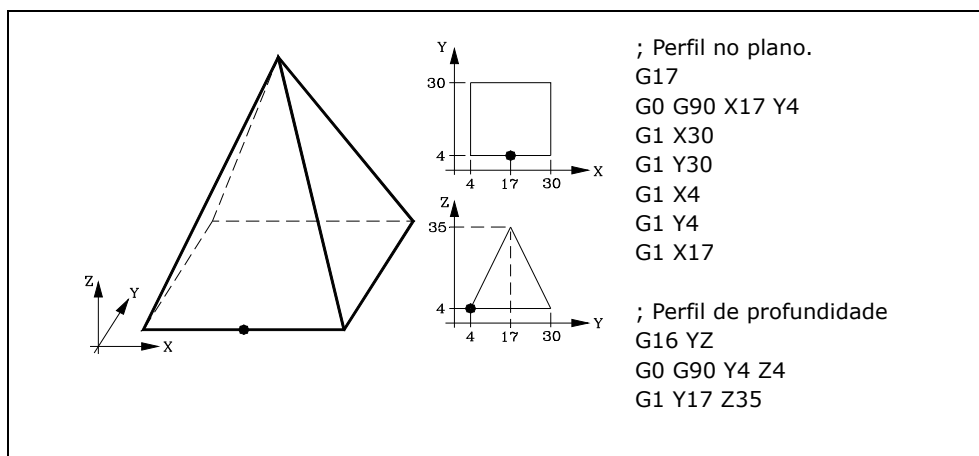
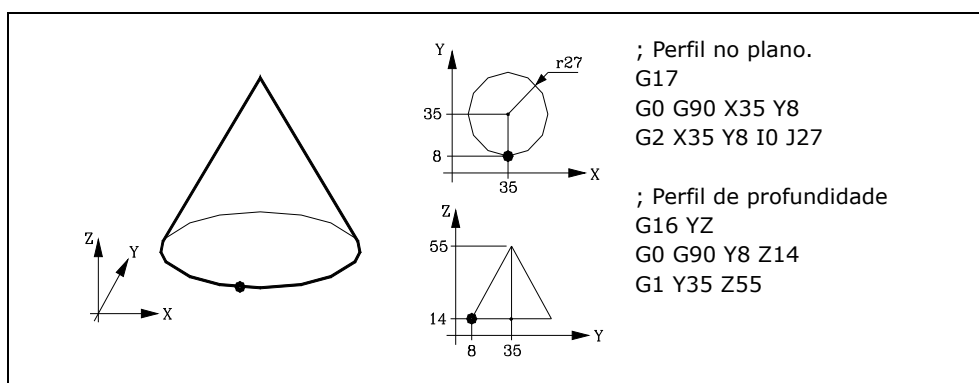
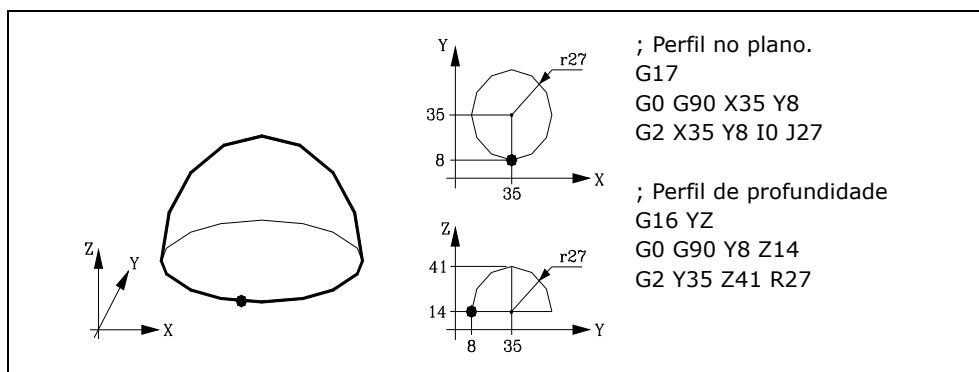
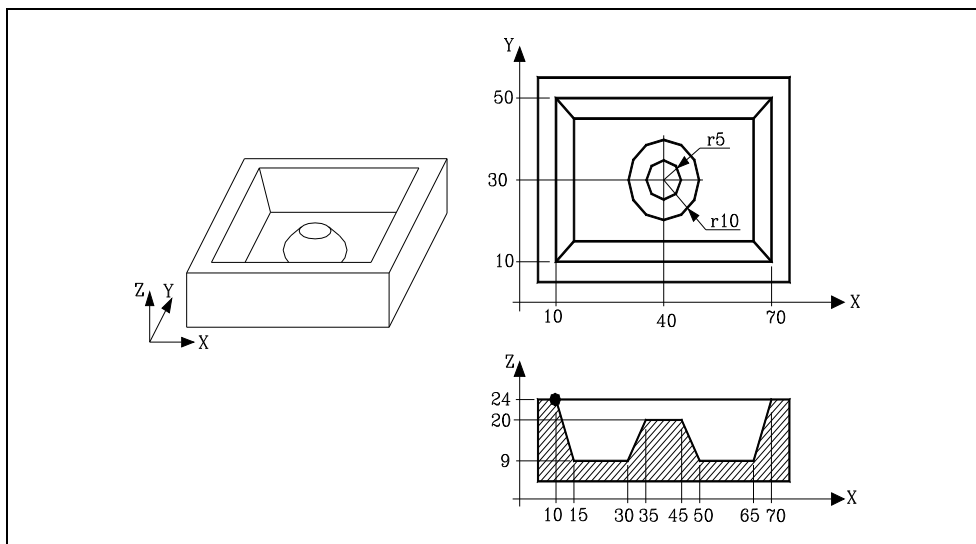
4.A definição do perfil de profundidade se deve efetuar depois da definição do perfil no plano.

Se deve utilizar o mesmo ponto como começo de definição do perfil no plano e como começo de definição do perfil de profundidade.

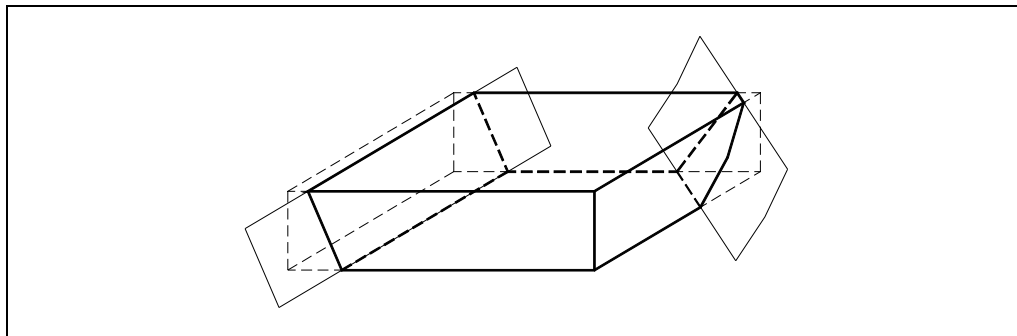
Entretanto, o perfil de profundidade se deve programar:

– Para o contorno exterior do bolsão, começando pela cota de superfície (1).
– Para os contornos interiores, ilhas, começando por a cota de seu base (2).

5.O perfil de profundidade tem que ser obrigatoriamente aberto e sem mudanças de sentido no percurso, isto é, que não faça ziguezague.

Os seguintes exemplos provocam erro de geometria.

Exemplo de programação. Bolsão 3D sem ilhas.

```
(TOR1=2.5,TOL1=20,TOI1=0,TOK1=0)
G17 G0 G43 G90 Z50 S1000 M4
G5
; Define o bolsão 3D.
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Operação de desbaste.
N200 G67 B5 C4 I-30 R5 V100 F400 T1 D1 M6
; Operação de semi-acabamento.
N250 G67 B2 I-30 R5 V100 F550 T2 D1 M6
; Operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.75 Q0 I-30 R5 V80 F275 T3 D1 M6

; Definição da geometria do bolsão.
N400 G17
; Perfil no plano.
G90 G0 X10 Y30 Z0
G1  Y90
X130
Y10
X10
Y30
; Perfil de profundidade.
G16
G0  X10 Z0
N500 G3 X40 Z-30 I30 K0
```

Exemplos de programação Definição de perfis.

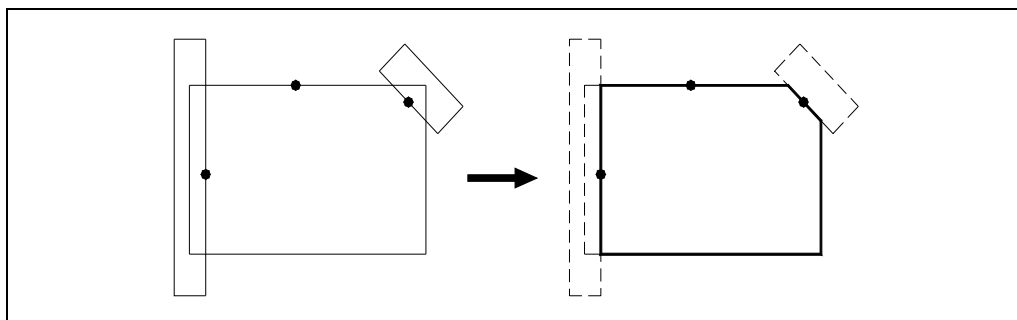
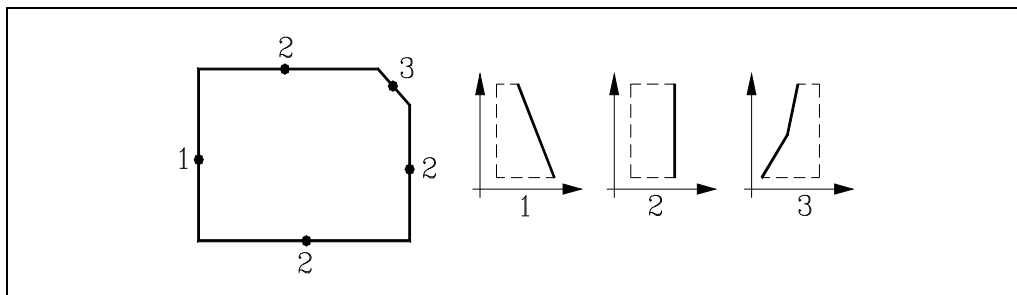
Ilha piramidal

Ilha cônica

Ilha semi-esférica

Exemplo de programação. Bolsão 3D sem ilhas.

```
(TOR1=2.5,TOL1=20,TOI1=0,TOK1=0)
G17 G0 G43 G90 Z50 S1000 M4
G5
; Define o bolsão 3D.
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30
; Operação de desbaste.
N200 G67 B5 C4 I9 R25 V100 F400 T1D1 M6
; Operação de semi-acabamento.
N250 G67 B2 I9 R25 V100 F550 T2D1 M6
; Operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.75 Q0 I9 R25 V50 F275 T3D1 M6
; Definição da geometria do bolsão.
N400 G17
; Contorno exterior. Perfil no plano.
G90 G0 X10 Y30 Z24
G1  Y50
X70
Y10
X10
Y30
; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0   X10 Z24
G1   X15 Z9
; Definição da ilha. Perfil no plano.
G17
G90  G0 X30 Y30
G2    X30 Y30 I10 K0
; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G90  G0 X30 Z9
N500 G1 X35 Z20
```

11.2.6 Perfis 3D compostos

Se denomina "Perfil 3D Composto" a todo o contorno 3D com mais de um perfil de profundidade.

Se define mediante a interseção de vários contornos com perfis de profundidade diferentes.

Cada contorno se define mediante um perfil no plano e um perfil de profundidade. Todos os contornos devem cumprir as seguintes condições:

- O perfil no plano deve conter totalmente as faces correspondentes.
- Só se deve definir um perfil de profundidade por cada contorno.
- O perfil no plano e o perfil de profundidade do contorno que agrupa várias faces devem começar no mesmo ponto.

O perfil no plano resultante estará formado pela interseção dos perfis no plano de cada um dos elementos ou contornos.

Cada uma das paredes do perfil resultante assumirá o perfil de profundidade correspondente.

Regras de interseção de perfis

As normas de interseção dos perfis no plano são:

1. Numa interseção de perfis, cada contorno fica dividido em várias linhas que podemos agrupá-las como:
   - Linhas exteriores ao outro contorno.
   - Linhas interiores ao outro contorno.

   O ponto inicial de cada contorno (x) determina o grupo de linhas que se desejam selecionar.

   O exemplo seguinte mostra o processo de seleção explicado, mostrando-se em traço contínuo as linhas exteriores ao outro contorno e com traço descontínuo as linhas interiores.

Exemplos de interseção de perfis:

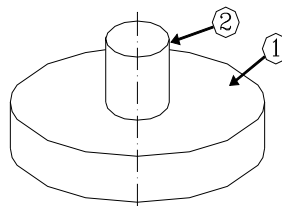
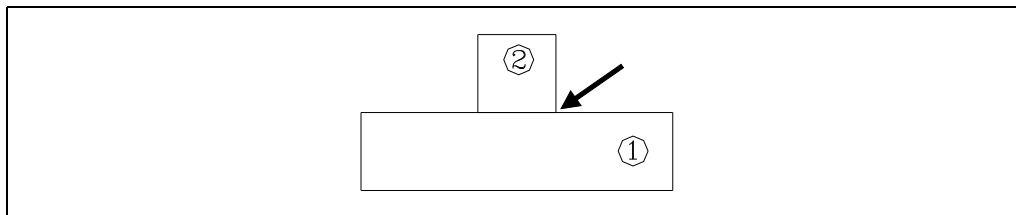
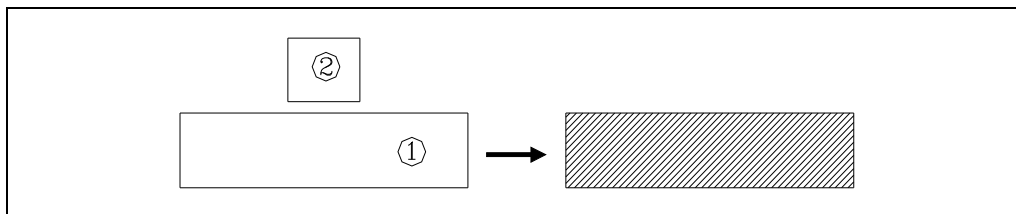
2. A ordem de programação dos diferentes perfis é determinante quando se realiza uma interseção de 3 ou mais perfis.

O processo de interseção de perfis se realiza conforme a ordem na qual se programaram os perfis. Deste modo, depois de se efetuar a interseção dos dois primeiros perfis programados, se realizará uma interseção do perfil resultante de ambos com o terceiro perfil, e assim sucessivamente.

O ponto inicial dos perfis resultantes coincide sempre com o ponto inicial com que se definiu o primeiro perfil.

11.2.7 Posição de perfis

Quando se sobrepõem 2 ou mais perfis se deve prestar atenção às considerações que se indicam a seguir.

Para uma melhor compreensão se utiliza como referência a ilha mostrada ao margem, que está formada por 2 perfis superpostos, perfis 1 e 2.

A cota correspondente à base do perfil superior (2) deve coincidir com a cota de superfície do perfil inferior (1).

Se existe um espaço intermediário entre ambos os perfis, o ciclo fixo considerará que são 2 perfis diferentes e eliminará o perfil superior durante a execução do perfil inferior.

Se os perfis se misturam, o ciclo fixo efetuará uma ranhura em volta do perfil superior quando efetua a passada de acabamento.

11.2.8 Sintaxe de programação de perfis

O perfil exterior e os perfis interiores ou ilhas que se programam deverão definir-se mediante elementos geométricos simples (trechos retos e arcos).

O primeiro bloco de definição (donde começa o primeiro perfil) e o último (donde finaliza o último perfil definido) deverão possuir de número de etiqueta de bloco. Estes números de etiqueta serão os que indicarão ao ciclo fixo o começo e o final da descrição geométrica dos perfis que compõem o bolsão.

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões com Ilhas.
G66 R100 C200 F300 S400 E500
; Descrição geométrica.
N400 G17
...
N500 G2 G6 X300 Y50 I150 J0
```

A sintaxes de programação de perfis deve cumprir as seguintes normas:

- O primeiro bloco de definição do perfil deve ter o número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo G66 o começo da descrição geométrica.
- Primeiro se deve definir o Contorno exterior do bolsão e a seguir o contorno de cada uma das ilhas.

  Quando um contorno possui mais de um perfil de profundidade, devem-se definir os contornos um a um indicando em cada um deles o perfil no plano e a seguir o perfil de profundidade.
- O primeiro bloco de definição do perfil, tanto do perfil no plano como do perfil de profundidade, deve conter a função G00 (indicativo do começo de perfil).

  Se deverá ter cuidado ao programar G01, G02 ou G03 no bloco seguinte ao de definição de começo, já que G00 é modal, evitando deste modo que o CNC interprete os blocos seguintes como começos de novo perfil.
- O último bloco de definição do perfil deve ter número de etiqueta, com o objetivo de indicar ao ciclo fixo G66 o final da descrição geométrica.

```
; Definição do ciclo fixo de bolsões 3D.
G66 R200 C250 F300 S400 E500

; Começo da definição da geometria do bolsão.
N400 G17
; Contorno exterior. Perfil no plano.
G0 G90 X5 Y-26 Z0
--- --- --- ---
; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 --- ---
--- --- --- ---
; Definição da ilha.
G17
; Perfil no plano.
G0 X30 Y-6
--- --- --- ---
; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0
--- --- --- ---
; Fim descrição geométrica.
N500G3 Y-21 Z0 J-5 K0
```

- Os perfis se descrevem como trajetórias programadas, podendo incluir arredondamentos, chanfros, etc., seguindo para a sua programação as normas de sintaxes definidas para as mesmas.
- Na descrição de perfis não se permite programar espelhamento, mudanças de escala, rotação do sistema de coordenadas, deslocamentos de origem, etc.
- Também não é permitido programar blocos em linguagem de alto nível, como saltos, chamadas a sub-rotinas ou programação paramétrica.
- Não podem programar-se outros ciclos fixos.

Além da função G00, que tem significado especial, o ciclo fixo de bolsão com ilhas permite para a definição dos perfis, o uso das seguintes funções:

G01	Interpolação linear.
G02	Interpolação circular direita.
G03	Interpolação circular esquerda.
G06	Centro de circunferência em coordenadas absolutas.
G08	Circunferência tangente à trajetória anterior.
G09	Circunferência por três pontos.
G16	Seleção plano principal por dois direções e eixo longitudinal.
G17	Plano principal X-Y e longitudinal Z.
G18	Plano principal Z-X e longitudinal Y.
G19	Plano principal Y-Z e longitudinal X.
G36	Arredondamento de arestas.
G39	Chanfrado.
G53	Programação com respeito ao zero máquina.
G70	Programação em polegadas.
G71	Programação em milímetros.
G90	Programação absoluta.
G91	Programação incremental.
G93	Pré-seleção da origem polar

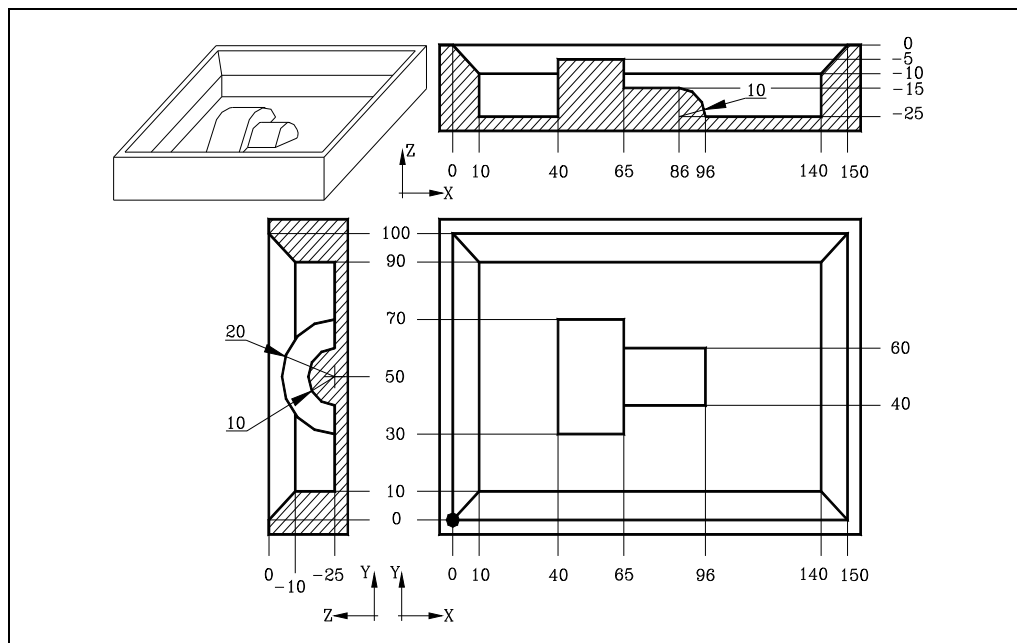
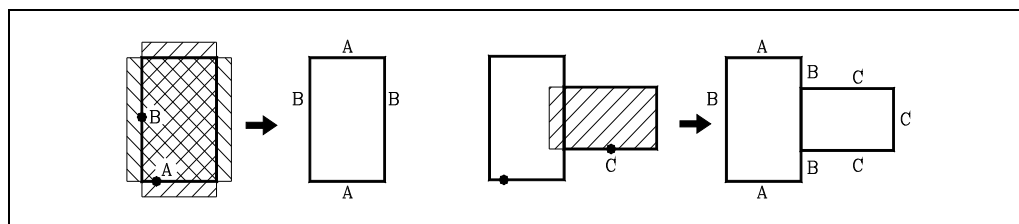
11.2.9 Exemplos de programação

Exemplo de programação ·1·

A ilha deste exemplo tem 3 tipos de perfil de profundidade, tipo A, tipo B e tipo C. Para definir a ilha se utilizam 3 contornos, contorno tipo A, contorno tipo B e contorno tipo C.

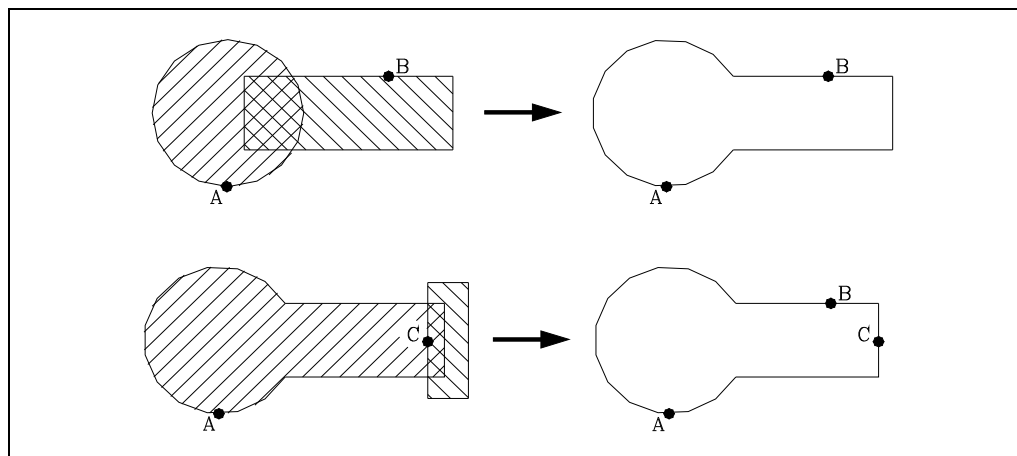
```
; Dimensões da ferramenta.
(TOR1=2.5,TOL1=20,TOI1=0,TOK1=0)

; Posicionamento inicial e definição do bolsão 3D.
G17 G0 G43 G90 Z50 S1000 M4
G5
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B5 C4 I-20 R5 V100 F400 T1D1 M6

; Definição da operação de semi-acabamento.
N250 G67 B2 I-20 R5 V100 F550 T2D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.75 Q0 I-20 R5 V80 F275 T3 D1 M6

; Definição da geometria do bolsão. Blocos N400 a N500.
N400 G17

; Definição de contorno tipo A. Perfil no plano.
G0 G90 X50 Y90 Z0
G1 X0
Y10
X100
Y90
X50
```

```
; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y90 Z0
G1 Z-20

; Definição de contorno tipo B. Perfil no plano.
G17
G0 G90 X10 Y50
G1 Y100
X-10
Y0
X10
Y50

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X10 Z0
G1 X20 Z-20

; Definição de contorno tipo C. Perfil no plano.
G17
G0 G90 X90 Y50
G1 Y100
X110
Y0
X90
Y50

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X90 Z0
N500 G2 X70 Z-20 I-20 K0
```

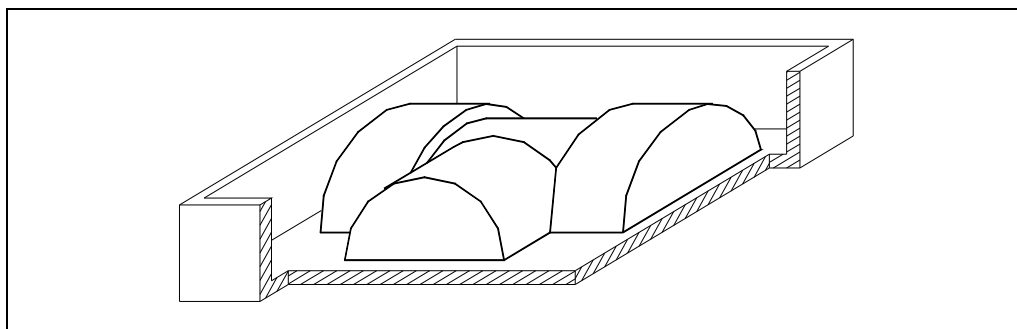
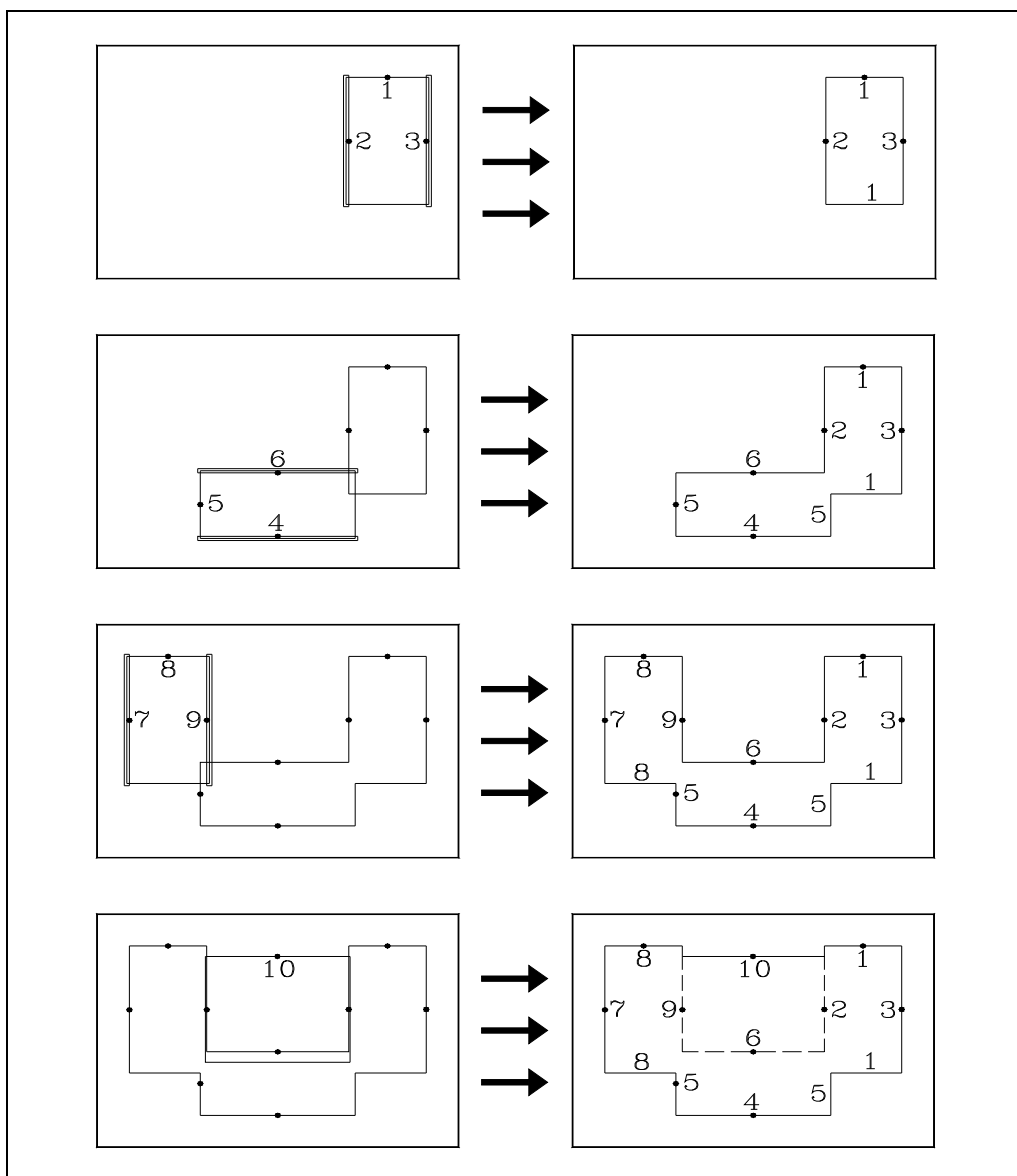
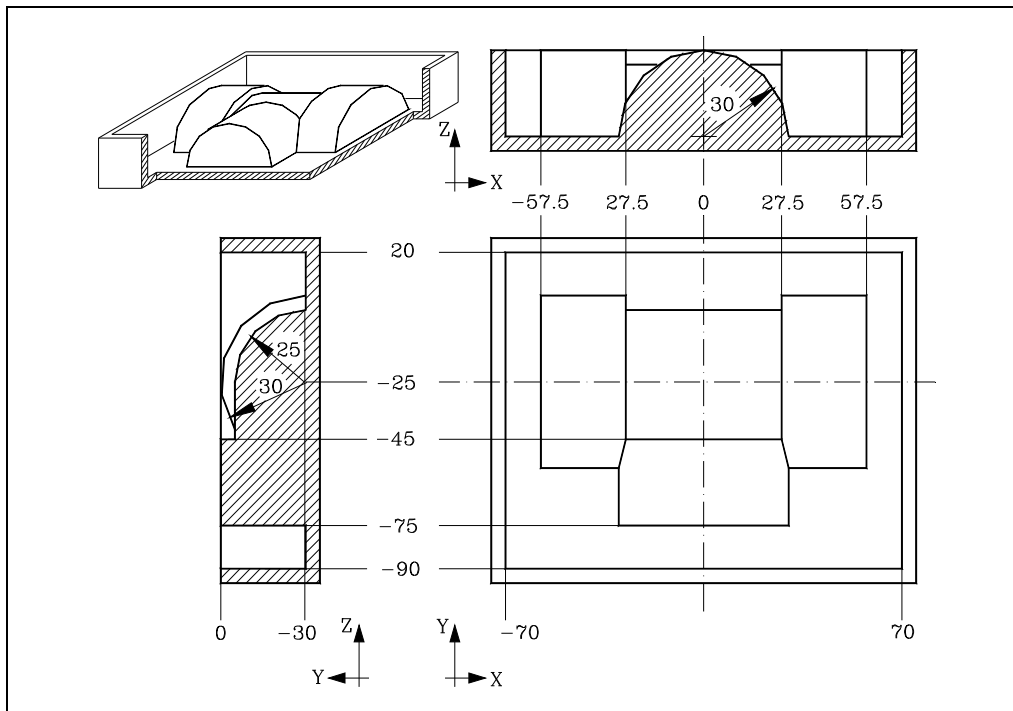
Exemplo de programação ·2·

A ilha deste exemplo tem 3 tipos de perfil de profundidade, tipo A, tipo B e tipo C. Para definir a ilha se utilizam 3 contornos, contorno tipo A, contorno tipo B e contorno tipo C.

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=7.5,TOI1=0,TOR2=5,TOI2=0,TOR3=2.5,TOI3=0)

; Posicionamento inicial e definição do bolsão 3D.
G17 G0 G43 G90 Z50 S1000 M4
G5
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B7 C14 I-25 R3 V100 F500 T1 D1 M6

; Definição da operação de semi-acabamento.
N250 G67 B3 I-25 R3 V100 F625 T2 D2 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B1 L1 Q0 J0 I-25 R3 V100 F350 T3 D3 M6

; Definição da geometria do bolsão. Blocos N400 a N500.
N400 G17

; Definição de contorno exterior. Perfil no plano.
G0 G90 X0 Y0 Z0
G1 X150
Y100
X0
Y0

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X0 Z0
G1 X10 Z-10
```

```
; Definição de contorno tipo A. Perfil no plano.
G17
G0 G90 X50 Y30
G1 X70
Y70
X35
Y30
X50

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y30 Z-25
G2 Y50 Z-5 J20 K0

; Definição de contorno tipo B. Perfil no plano.
G17
G0 G90 X40 Y50
G1 Y25
X65
Y75
X40
Y50

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X40 Z-25
G1 Z-5

; Definição de contorno tipo C. Perfil no plano.
G17 G90 X80 Y40
G0 X96
G1 Y60
X60
Y40
X80

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y40 Z-25
N500 G2 Y50 Z-15 J10 K0
```

Exemplo de programação ·3·

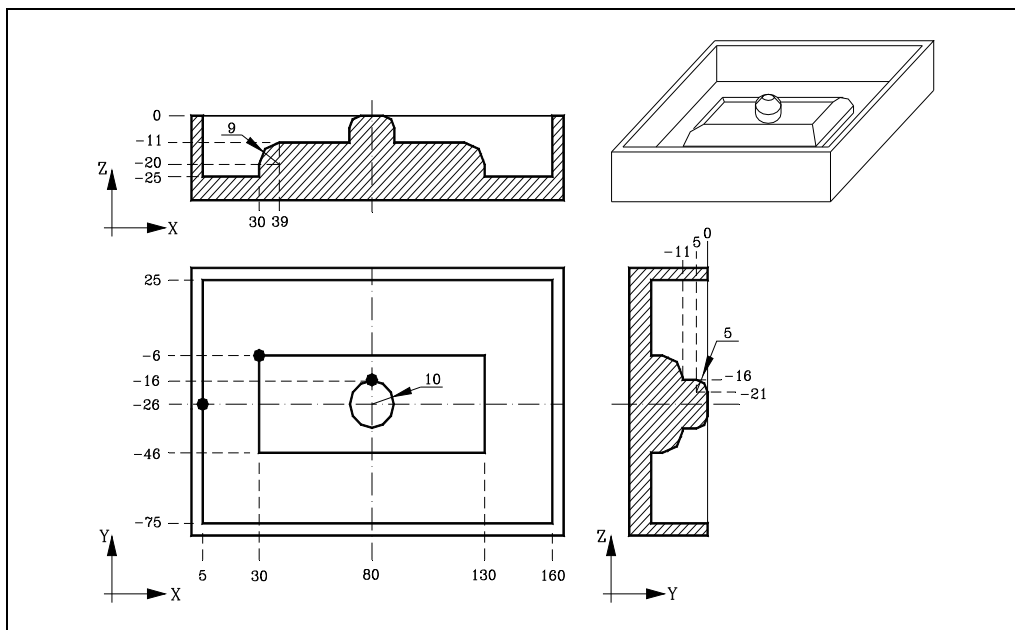
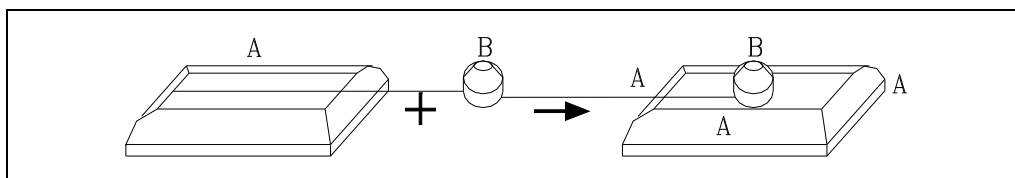
A ilha deste exemplo tem 3 tipos de perfil de profundidade, tipo A, tipo B e tipo C. Para definir a ilha se utilizam 3 contornos, contorno tipo A, contorno tipo B e contorno tipo C.

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=4,TOI1=0,TOR2=2.5,TOI2=0)

; Posicionamento inicial e definição do bolsão 3D.
G17 G0 G43 G90 Z25 S1000 M3
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B5 C4 I-20 R5 V100 F700 T1 D1 M6

; Definição da operação de semi-acabamento.
N250 G67 B2 I-20 R5 V100 F850 T1 D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.25 Q0 I-20 R5 V100 F500 T2 D2 M6

; Definição da geometria do bolsão. Blocos N400 a N500.
N400 G17
```

```
; Definição de contorno exterior. Perfil no plano.
G0 G90 X0 Y0 Z0
G1 X105
Y62
X0
Y0

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 X0 Z0
G2 X5 Z-5 I0 K-5
G1 X7.5 Z-20

; Definição de contorno tipo A. Perfil no plano.
G17
G90 G0 X37 Y19
G2 I0 J12

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 Y19 Z-20
G1 Z-16
G2 Y31 Z-4 R12

; Definição de contorno tipo B. Perfil no plano.
G17
G90 G0 X60 Y37
G1 X75
Y25
X40
Y37

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 Y37 Z-20
G1 Z-13
G3 Y34 Z-10 J-3 K0

; Definição de contorno tipo C. Perfil no plano.
G17
G0 X70 Y31
G1 Y40
X80
Y20
X70
Y31

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 X70 Z-20
N500 G1 X65 Z-10
```

Exemplo de programação ·4·

Para definir a ilha se utilizam 10 contornos, como se indica a seguir:

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=4,TOI1=0,TOR2=2.5,TOI2=0)

; Posicionamento inicial e definição do bolsão 3D.
G17 G0 G43 G90 Z25 S1000 M3
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B5 C0 I-30 R5 V100 F700 T1 D1 M6

; Definição da operação de semi-acabamento.
N250 G67 B1.15 I-29 R5 V100 F850 T1 D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.25 Q0 I-30 R5 V100 F500 T2 D2 M6

; Definição da geometria do bolsão. Blocos N400 a N500.
N400 G17

; Definição de contorno exterior. Perfil no plano.
G90 G0 X0 Y0 Z0
G1 X70
Y-90
X-70
Y20

; Definição de contorno 1. Perfil no plano.
G17
G90 G0 X42.5 Y5
G1 G91 X-16
Y-60
X32
Y60
X-16

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y5 Z-30
G3 Y-25 Z0 J-30 K0
```

```
; Definição de contorno 2.
G17
G0 X27.5 Y-25
G1 G91 Y31
G1 X-2
Y-62
X2
Y31

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X27.5 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 3.
G17
G0 X57.5 Y-25
G1 G91 Y-31
X2
Y62
X-2
Y-31

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X57.5 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 4.
G17
G0 X0 Y-75
G1 G91 X-31
Y-2
X62
Y2
X-31

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y-75 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 5.
G17
G0 X-30 Y-60
G1 G91 Y-16
X60
Y32
X-60
Y-16

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X-30 Z-30
G2 X0 Z0 I30 K0

; Definição de contorno 6.
G17
G0 X0 Y-45
G1 G91 X31
Y2
X-62
Y-2
X31
```

```
; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y-45 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 7.
G17
G0 X-57.5 Y-25
G1 G91 Y31
X-2
Y-62
X2
Y31

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X-57.5 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 8.
G17
G0 X-42.5 Y5
G1 G91 X-16
Y-60
X32
Y60
X-16

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 G90 Y5 Z-30
G3 Y-25 Z0 J-30 K0

; Definição de contorno 9.
G17
G0 X-27.5 Y-25
G1 G91 Y-31
X2
Y62
X-2
Y-31

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 G90 X27.5 Z-30
G1 Z0

; Definição de contorno 10.
G17
G0 X0 Y0
G1 X-28
Y-50
X28
Y0
X0

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 Y0 Z-30
N500 G3 Y-25 Z-5 J-25 K0
```

Exemplo de programação ·5·

A ilha deste exemplo tem 2 tipos de perfil de profundidade, tipo A e tipo B. Para definir a ilha se utilizam 2 contornos, o contorno baixo (tipo A) e o contorno alto (tipo B).

```
; Dimensões da ferramenta
(TOR1=2.5,TOL1=20,TOI1=0,TOK1=0)

; Posicionamento inicial e definição do bolsão 3D.
G17 G0 G43 G90 Z50 S1000 M4
G5
G66 R200 C250 F300 S400 E500
M30

; Definição da operação de desbaste.
N200 G67 B5 C4 I-25 R5 V100 F400 T1 D1 M6

; Definição da operação de semi-acabamento.
N250 G67 B2 I-25 R5 V100 F550 T2 D1 M6

; Definição da operação de acabamento.
N300 G68 B1.5 L0.75 Q0 I-25 R5 V100 F275 T3 D1 M6

; Definição da geometria do bolsão. Blocos N400 a N500.
N400 G17

; Definição de contorno exterior. Perfil no plano.
G90 G0 X5 Y-26 Z0
G1 Y25
X160
Y-75
X5
Y-26
```

```
; Definição de contorno baixo (tipo A). Perfil no plano.
G17
G90 G0 X30 Y-6
G1 Y-46
X130
Y-6
X30

; Perfil de profundidade.
G16 XZ
G0 X30 Z-25
G1 Z-20
G2 X39 Z-11 I9 K0

; Definição de contorno baixo (tipo B). Perfil no plano.
G17
G90 G0 X80 Y-16
G2 I0 J-10

; Perfil de profundidade.
G16 YZ
G0 Y-16 Z-11
G1 Y-16 Z-5
N500 G3 Y-21 Z0 J-5 K0
```

11.2.10 Erros

O CNC poderá visualizar os seguintes erros:

ERRO 1025 **Programada ferramenta de raio nulo**

Se produz quando alguma das ferramentas que se utilizam na elaboração do bolsão 3D se definiu com raio 0.

ERRO 1026 **Programado passo maior que diâmetro da ferramenta**

Se produz quando a operação de Desbaste se programou o parâmetro "C" com um valor superior ao diâmetro da ferramenta com a qual se vai realizar a referida operação.

ERRO 1041 **Não programado parâmetro obrigatório em ciclo fixo**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando não foram programados os parâmetros "I" e "R" na operação de desbaste.
- Quando não há operação de desbaste e não se programam os parâmetros "I" e "R" na operação de semi-acabamento.
- Quando não há operações de desbaste e semi-acabamento e não se programam os parâmetros "I" e "R" na operação de acabamento.
- Quando não se programa o parâmetro "B" na operação de acabamento.

ERRO 1042 **Valor de parâmetro não válido em ciclo fixo**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando o parâmetro "Q" da operação de acabamento se programou com um valor não válido.
- Quando o parâmetro "Q" da operação de acabamento se programou com um valor 0.
- Quando o parâmetro "J" da operação de acabamento se programou com um valor superior ao raio da ferramenta com a qual se vai realizar a referida operação.

ERRO 1043 **Perfil de aprofundamento não válido em bolsão com ilhas**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando os perfis de profundidade de 2 trechos de um mesmo contorno (simples ou composto) se cruzam.
- Quando não se pode realizar o acabamento de um contorno com a ferramenta programada. Um caso típico é um molde de esfera com uma ferramenta que não seja esférica (parâmetro "J" diferente ao raio).

ERRO 1044 **Perfil no plano se corta a si mesmo em bolsão com ilhas**

Se produz quando algum dos perfis no plano dos contornos programados se corta a si mesmo.

ERRO 1046 **Posição de ferramenta não válida antes de ciclo fixo**

Se produz se no momento da chamada ao ciclo G66, a ferramenta se encontra posicionada entre a cota do plano de referência e a cota de profundidade final de alguma das operações.

ERRO 1047 **Perfil no plano aberto em bolsão com ilhas**

Se produz quando algum dos contornos programados não começa e termina no mesmo ponto. Pode ser devido a que não se programou G1 depois do começo, com G0, de algum dos perfis.

ERRO 1048 **Não programada cota de superfície da peça em bolsão com ilhas**

Se produz quando não se programou a cota de superfície do bolsão no primeiro ponto da definição da geometria.

ERRO 1049 **Cota do plano de referência não válida em ciclo fixo**

Se produz quando a cota do plano de referência se encontra entre a cota da superfície da peça e a cota da profundidade final de alguma das operações

ERRO 1084 **Trajetória circular mal programada**

Se produz quando alguma das trajetórias programadas na definição da geometria do bolsão não é correta.

ERRO 1227 **Interseção de perfis não válida em bolsão com ilhas**

Se produz nos seguintes casos:

- Quando dois perfis no plano têm algum trecho comum (figura esquerda)
- Quando coincidem os pontos iniciais de 2 perfis no plano principal (figura direita).

TRABALHO COM APALPADOR

12

O CNC possui duas entradas de apalpador para sinais de 5 V DC do tipo TTL e para sinais de 24 V DC.

Nos apêndices do manual de instalação se explica a conexão dos diferentes tipos de apalpadores a estas entradas.

Este controle permite, mediante a utilização de apalpadores, realizar as seguintes operações:

- Programação mediante as funções G75/G76 de blocos de movimento com apalpador.
- Execução mediante a programação de blocos em linguagem de alto nível dos diversos ciclos de calibragem de ferramentas, de medição de peças, e de centrado de peças.

12.1 Movimento com apalpador (G75, G76)

A função G75 permite programar deslocamentos que finalizarão depois do CNC receber o sinal do apalpador de medida utilizado.

A função G76 permite programar deslocamentos que finalizarão depois do CNC deixar de receber o sinal do apalpador de medida utilizado.

O formato de definição ambas funções é:

```
G75 X..C ±5.5
G76 X..C ±5.5
```

Depois da função desejada G75 ou G76 se programará o eixo ou eixos desejados, assim como as cotas dos referidos eixos, que definirão o ponto final de movimento programado.

A máquina se moverá conforme a trajetória programada, até receber (G75) ou deixar de receber (G76) o sinal do apalpador. No mencionado momento o CNC dará por finalizado o bloco, assumindo como posição teórica dos eixos, a posição real que tenham nesse instante.

Se os eixos chegam à posição programada antes de receber ou deixar de receber o sinal exterior do apalpador, o CNC deterá o movimento dos eixos.

Este tipo de blocos com movimento de apalpador são muito úteis quando se deseja elaborar programas de medição ou verificação de ferramentas e peças.

As funções G75 e G76 não são modais, portanto deverão programar-se sempre que se deseje realizar um movimento com apalpador.

As funções G75 e G76 são incompatíveis entre si e com as funções G00, G02, G03, G33, G34, G41 e G42. Além disso, depois de executada uma delas o CNC assumirá as funções G01 e G40.

Durante os movimentos em G75 ou G76, o funcionamento do comutador feedrate override depende de como o fabricante tenha personalizado o parâmetro de máquina FOVRG75.

12.2 Ciclos fixos de apalpador

O CNC possui os seguintes ciclos fixos de apalpamento:

- Ciclo fixo de calibragem de ferramenta.
- Ciclo fixo de calibragem do apalpador.
- Ciclo fixo de medida de superficie.
- Ciclo fixo de medida de canto exterior.
- Ciclo fixo de medida de canto interior.
- Ciclo fixo de medida de ângulo.
- Ciclo fixo de medida de canto e ângulo
- Ciclo fixo de medida de furo.
- Ciclo fixo de medida de relevo.
- Ciclo fixo de centrado de peça retangular.
- Ciclo fixo de centrado de peça circular.
- Ciclo fixo de calibragem do apalpador de bancada.

Todos os movimentos destes ciclos fixos de apalpamento serão executados nos eixos X, Y, Z, devendo estar o plano de trabalho formado por 2 dos referidos eixos (XY, XZ, YZ, YX, ZX, ZY). O outro eixo, que deve ser perpendicular ao mencionado plano, deverá selecionar-se como eixo longitudinal.

Os ciclos fixos programar-se-ão mediante a instrução de alto nível PROBE, sendo o seu formato de programação:

```
(PROBE (expressão), (instrução de atribuição), ...)
```

A instrução PROBE realiza uma chamada ao ciclo de apalpamento indicado, mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. Além disso, permite inicializar os parâmetros do referido ciclo, com os valores com os quais se deseja executá-lo, mediante as instruções de atribuição.

Considerações gerais

Os ciclos fixos de apalpamento não são modais, portanto, deverão ser programados sempre que se deseje executar algum deles.

Os apalpadores utilizados na execução destes ciclos são:

- Apalpador situado numa posição fixa da máquina, empregado para a calibragem de ferramentas.
- Apalpador situado no spindle porta- ferramentas, será tratada como uma ferramenta e se utilizará nos diferentes ciclos de medição.

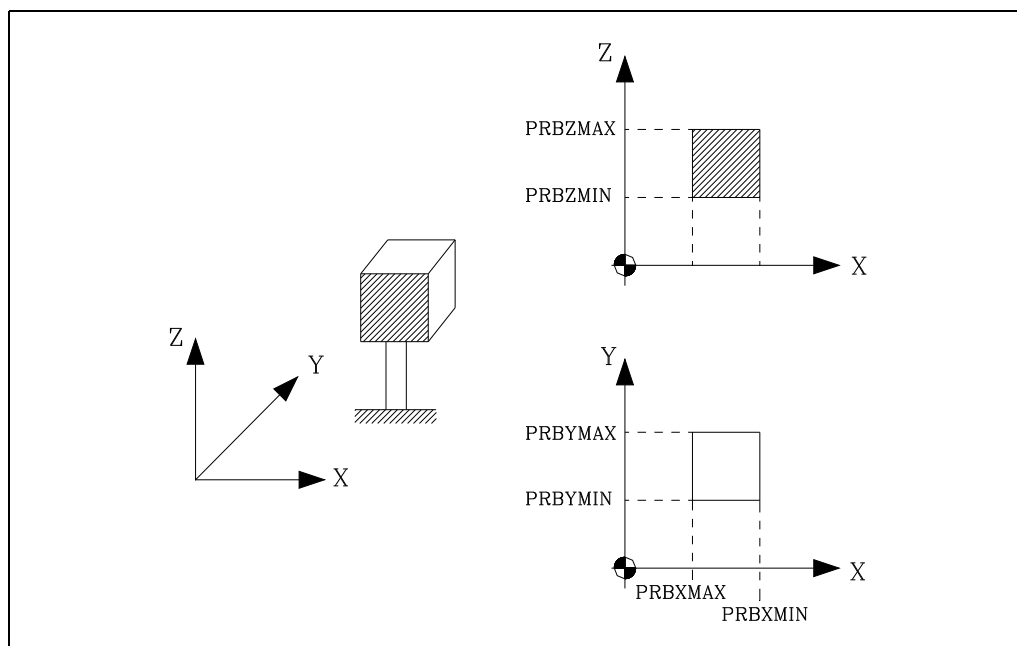
A execução de um ciclo fixo de apalpamento não altera a história das funções "G" anteriores, com a excepção das funções de compensação de raio G41 e G42.

12.3 PROBE 1. Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento

Serve para a calibração da ferramenta selecionada em comprimento e em raio. Este ciclo permite realizar as seguintes operações.

* Calibrar o comprimento de uma ferramenta.
* Calibrar o raio de uma ferramenta.
* Calibrar o raio e o comprimento de uma ferramenta.
* Medir o desgaste em comprimento de uma ferramenta.
* Medir o desgaste de raio de uma ferramenta.
* Medir o desgaste do raio e comprimento de uma ferramenta.

Para a sua execução, é necessário possuir um apalpador de sobremesa, instalado numa posição fixa da máquina e com as suas faces paralelas aos eixos X, Y, Z. Sua posição estará indicada em cotas absolutas referidas ao zero máquina mediante os parâmetros de máquina gerais:

PRBXMIN	indica a cota mínima que ocupa o apalpador conforme o eixo X.
PRBXMAX	indica a cota máxima que ocupa o apalpador conforme o eixo X.
PRBYMIN	indica a cota mínima que ocupa o apalpador conforme o eixo Y.
PRBYMAX	indica a cota máxima que ocupa o apalpador conforme o eixo Y.
PRBZMIN	indica a cota mínima que ocupa o apalpador conforme o eixo Z.
PRBZMAX	indica a cota máxima que ocupa o apalpador conforme o eixo Z.

Se é a primeira vez que se calibra a ferramenta em comprimento, é aconselhável introduzir na tabela de corretores um valor aproximado do seu comprimento (L).

Formato de programação

O formato de programação deste ciclo é o seguinte.

```
(PROBE 1, B, I, F, J, K, L, C, D, E, S, M, C, N, X, U, Y, V, Z, W)
```

Alguns parâmetros somente são relevantes em determinado tipo de medição. Em sucessivas seções se mostra uma descrição detalhada das diferentes operações que se podem realizar com este ciclo, assim como uma descrição dos parâmetros a definir em cada uma delas.

Parâmetros X, U, Y, V, Z, W.

Definen a posição do apalpador. São parâmetros opcionais que não é necessário defini-los normalmente. Em algumas máquinas, por falta de repetitividade no posicionamento mecânico do apalpador, é necessário voltar a calibrar o apalpador antes de cada calibragem.

Em vez de redefinir os parâmetros de máquina PRBXMIN, PRBXMAX, PRBYMIN, PRBYMAX, PRBZMAX, PRBZMIN cada vez que se calibra o apalpador, se podem indicar as referidas cotas nas variáveis X, U, Y, V, Z, W, respectivamente.

O CNC não modifica os parâmetros de máquina. O CNC leva em consideração as cotas indicadas em X, U, Y, V, Z, W somente durante esta calibragem. Se qualquer dos campos X, U, Y, V, Z, W é omitido, o CNC toma o valor atribuído ao parâmetro de máquina correspondente.

12.3.1 Calibrar o comprimento ou medir o desgaste de comprimento de uma ferramenta

A seleção do tipo de operação (calibragem ou medição) se realiza na chamada ao ciclo.

A calibragem ou medição se pode realizar no eixo da ferramenta ou sobre o extremo da mesma. A seleção se realiza na chamada ao ciclo fixo.

O formato de programação depende da operação a realizar.

- Calibragem do comprimento da ferramenta no seu eixo.
  (PROBE 1, B, I0, F, J0, X, U, Y, V, Z, W)
- Calibragem do comprimento da ferramenta na extremidade.
  (PROBE 1, B, I1, F, J0, D, S, N, X, U, Y, V, Z, W)
- Medição do desgaste do comprimento no seu eixo.
  (PROBE 1, B, I0, F, J1, L, C, X, U, Y, V, Z, W)
- Medição do desgaste do comprimento na sua extremidade.
  (PROBE 1, B, I1, F, J1, L, D, S, C, N, X, U, Y, V, Z, W)

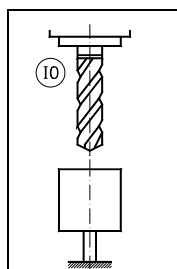
[B5.5] Distância de segurança

Se deve programar com valor positivo e superior a 0.

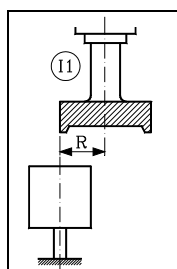
[I] Tipo de calibração ou medição do desgaste

A calibragem ou medição se pode realizar no eixo da ferramenta ou sobre o extremo da mesma.

I = 0	Calibragem do comprimento ou medição do desgaste do comprimento da ferramenta no eixo da mesma.
I = 1	Calibragem do comprimento ou medição do desgaste do comprimento sobre o extremo da mesma.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor I0.

I = 0. Calibragem sobre o eixo da ferramenta.

É útil para ferramentas de furação, fresas esféricas ou ferramentas cujo diâmetro é menor que a superfície do apalpador.

Este tipo de calibragem se efetua com o spindle parado.

I = 1. Calibragem sobre o extremo da ferramenta.

É útil para calibrar ferramentas que possuem vários fios (fresas) ou ferramentas cujo diâmetro é maior que a superfície do apalpador.

Este tipo de calibragem pode realizar-se com o spindle parado ou girando em sentido contrário ao do corte.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[J] Tipo de operação a realizar

A calibragem ou medição se pode realizar no eixo da ferramenta ou sobre o extremo da mesma.

J = 0	Calibragem de ferramenta.
J = 1	Medição do desgaste.

[L5.5] Desgaste máximo de comprimento permitido

Se se define com valor zero, não se recusa a ferramenta por desgaste de comprimento. Se se mede um desgaste superior ao definido, a ferramenta é recusada.

Somente se foi definido J1 e além disso possui controle de vida de ferramenta. Se não se programa, o ciclo tomará o valor L0.

[D5.5] Distância do eixo da ferramenta ao ponto de apalpamento

Define o raio ou distância com referência ao eixo da ferramenta onde se realiza o apalpamento.

Se não se define, o apalpamento se realiza na extremidade da ferramenta.

[S±5.5] Velocidade e sentido de rotação da ferramenta

Para realizar um apalpamento com o spindle em funcionamento, o sentido de rotação da ferramenta deve ser contrário ao sentido corte.

- Se se define com valor zero, se realiza um apalpamento com o spindle parado.
- Se se define com valor positivo, o spindle parte em M3.
- Se se define com valor negativo, o spindle parte em M4.

[C] Comportamento quando se supera o desgaste permitido

Somente se se definiu "L" diferente de zero.

C = 0	Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.
C = 1	O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

[N] Número de fios a medir

Se se define com valor zero, se realiza uma medida só. Se não se programa, o ciclo tomará o valor N0.

Permite dispor da medida de cada um dos fios quando o spindle possui medição e se personalizou o p.m.á. M19TYPE (P43) =1.

[X U Y V Z W] Posição do apalpador

Parâmetros opcionais. Ver *"Formato de programação"* na página 285.

Acciones tras finalizar el ciclo

Depois de finalizado o ciclo de calibração

Se atualiza o parâmetro aritmético global P299 e atribui o comprimento medido ao corretor selecionado na tabela de corretores.

P299	"Comprimento medido" – "Comprimento anterior (L+K)"
L	Comprimento medido.
K	0.

Depois de finalizado o ciclo de medição de desgaste

* Quando se possui controle de vida de ferramentas.

  Neste caso se compara o valor medido com o comprimento teórico atribuído na tabela. Se supera o máximo permitido mostra mensagem de ferramenta recusada e atua da seguinte maneira.

C0	Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.
C1	O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família. Coloca indicativo de ferramenta recusada (estado = R). Ativa a saída lógica geral PRTREJEC (M5564).

* Quando não se possui controle de vida de ferramentas ou a diferença de medição não supera o máximo permitido.

  Neste caso se atualiza o parâmetro aritmético global P299 e o valor do desgaste de comprimento do corretor selecionado na tabela de corretores.

P299	"Comprimento medido" – "Comprimento teórico (L)".
L	Comprimento teórico. Se mantém o valor anterior.
K	"Comprimento medido" – "Comprimento teórico (L)". Novo valor do desgaste.

  Se se solicitou a dimensão de cada fio, parâmetro “N”, os valores medidos se atribuem aos parâmetros aritméticos globais P271 e seguintes.

12.3.2 Calibrar o raio ou medir o desgaste de raio de uma ferramenta.

A seleção do tipo de operação (calibragem ou medição) se realiza na chamada ao ciclo.

O formato de programação depende da operação a realizar.

- Calibragem do raio da ferramenta.

  (PROBE 1, B, I2, F, J0, K, E, S, N, X, U, Y, V, Z, W)
- Medição do desgaste do raio.

  (PROBE 1, B, I2, F, J1, K, E, S, M, C, N, X, U, Y, V, Z, W)

[B5.5] Distância de segurança

Se deve programar com valor positivo e superior a 0.

[I] Tipo de calibração ou medição do desgaste

A calibragem ou medição se pode realizar no eixo da ferramenta ou sobre o extremo da mesma.

I = 2 Calibrar o raio ou medir o desgaste de raio de uma ferramenta.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor I0.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[J] Tipo de operação a realizar

J = 0 Calibragem de ferramenta.

J = 1 Medição do desgaste.

[K] Face do apalpador utilizada

Estabelece a face do apalpador que se vai utilizar para o apalpamento do raio.

K = 0 Face X+.

K = 1 Face X-.

K = 2 Face Y+.

K = 3 Face Y-.

[E5.5] Distância da ponta da ferramenta à que se realiza o apalpamento

Distância com respeito à ponta teórica da ferramenta onde se realiza o apalpamento.

Este parâmetro pode resultar muito útil em ferramenta com ferramentas de corte de fundo não horizontal.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor E0.

[S±5.5] Velocidade e sentido de rotação da ferramenta

Para realizar um apalpamento com o spindle em funcionamento, o sentido de rotação da ferramenta deve ser contrário ao sentido corte.

- Se se define com valor zero, se realiza um apalpamento com o spindle parado.
- Se se define com valor positivo, o spindle parte em M3.
- Se se define com valor negativo, o spindle parte em M4.

[M5.5] Desgaste máximo de raio permitido

Se se define com valor zero, não se recusa a ferramenta por desgaste do raio. Se se mede um desgaste superior ao definido, a ferramenta é recusada.

Somente se foi definido J1 e além disso possui controle de vida de ferramenta. Se não se programa, o ciclo fixo toma o valor M0.

[C] Comportamento quando se supera o desgaste permitido

Somente se se definiu "M" diferente de zero.

C = 0 Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.

C = 1 O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

[N] Número de fios a medir

Se se define com valor zero, se realiza uma medida só. Se não se programa, o ciclo tomará o valor N0.

Permite dispor da medida de cada um dos fios quando o spindle possui medição e se personalizou o p.m.á. M19TYPE (P43) =1.

[X U Y V Z W] Posição do apalpador

Parâmetros opcionais. Ver *"Formato de programação"* na página 285.

Acciones tras finalizar el ciclo

Depois de finalizado o ciclo de calibração

Se atualiza o parâmetro aritmético global P298 e atribui o raio medido ao corretor selecionado na tabela de corretores.

P298 "Raio medido" – "Raio anterior (R+I)".

R Raio medido.

I 0.

Depois de finalizado o ciclo de medição de desgaste

- Quando se possui controle de vida de ferramentas.

  Neste caso se compara o valor medido com o raio teórico atribuído na tabela. Se supera o máximo permitido mostra mensagem de ferramenta recusada e atua da seguinte maneira.

  C0 Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.

  C1 O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família. Coloca indicativo de ferramenta recusada (estado = R). Ativa a saída lógica geral PRTREJEC (M5564).

- Quando não se possui controle de vida de ferramentas ou a diferença de medição não supera o máximo permitido.

  Neste caso se atualiza o parâmetro aritmético global P298 e o valor do desgaste de raio do corretor selecionado na tabela de corretores.

  P298 "Raio medido" – "Raio teórico (R)".

  R Raio teórico. Se mantém o valor anterior.

  I "Raio medido" – "Raio teórico (R)". Novo valor do desgaste.

  Se se solicitou a dimensão de cada fio, parâmetro “N”, os valores medidos se atribuem aos parâmetros aritméticos globais P251 e seguintes.

12.3.3 Calibrar ou medir o desgaste de raio e de comprimento de uma ferramenta

A seleção do tipo de operação (calibragem ou medição) se realiza na chamada ao ciclo.

O formato de programação depende da operação a realizar.

- Calibragem do raio da ferramenta.

  (PROBE 1, B, I3, F, J0, K, D, E, S, N, X, U, Y, V, Z, W)
- Medição do desgaste do raio.

  (PROBE 1, B, I3, F, J1, K, L, D, E, S, M, C, N, X, U, Y, V, Z, W)

[B5.5] Distância de segurança

Se deve programar com valor positivo e superior a 0.

[I] Tipo de calibração ou medição do desgaste

A calibragem ou medição se pode realizar no eixo da ferramenta ou sobre o extremo da mesma.

I = 3 Calibragem ou medição do desgaste do raio e do comprimento da ferramenta.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor I0.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[J] Tipo de operação a realizar

J = 0 Calibragem de ferramenta.

J = 1 Medição do desgaste.

[K] Face do apalpador utilizada

Estabelece a face do apalpador que se vai utilizar para o apalpamento do raio.

K = 0 Face X+.

K = 1 Face X-.

K = 2 Face Y+.

K = 3 Face Y-.

[L5.5] Desgaste máximo de comprimento permitido

Se se define com valor zero, não se recusa a ferramenta por desgaste de comprimento. Se se mede um desgaste superior ao definido, a ferramenta é recusada.

Somente se foi definido J1 e além disso possui controle de vida de ferramenta. Se não se programa, o ciclo tomará o valor L0.

[D5.5] Distância do eixo da ferramenta ao ponto de apalpamento

Define o raio ou distância com referência ao eixo da ferramenta onde se realiza o apalpamento.

Se não se define, o apalpamento se realiza na extremidade da ferramenta.

[E5.5] Distância da ponta da ferramenta à que se realiza o apalpamento

Distância com respeito à ponta teórica da ferramenta onde se realiza o apalpamento.

Este parâmetro pode resultar muito útil em ferramenta com ferramentas de corte de fundo não horizontal.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor E0.

[S±5.5] Velocidade e sentido de rotação da ferramenta

Para realizar um apalpamento com o spindle em funcionamento, o sentido de rotação da ferramenta deve ser contrário ao sentido corte.

- Se se define com valor zero, se realiza um apalpamento com o spindle parado.
- Se se define com valor positivo, o spindle parte em M3.
- Se se define com valor negativo, o spindle parte em M4.

[M5.5] Desgaste máximo de raio permitido

Se se define com valor zero, não se recusa a ferramenta por desgaste do raio. Se se mede um desgaste superior ao definido, a ferramenta é recusada.

Somente se foi definido J1 e além disso possui controle de vida de ferramenta. Se não se programa, o ciclo fixo toma o valor M0.

[C] Comportamento quando se supera o desgaste permitido

Somente se se definiu "M" ou "L" diferente de zero.

C = 0	Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.
C = 1	O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

[N] Número de fios a medir

Se se define com valor zero, se realiza uma medida só. Se não se programa, o ciclo tomará o valor N0.

Permite dispor da medida de cada um dos fios quando o spindle possui medição e se personalizou o p.m.á. M19TYPE (P43) =1.

[X U Y V Z W] Posição do apalpador

Parâmetros opcionais. Ver *"Formato de programação"* na página 285.

Acciones tras finalizar el ciclo

Depois de finalizado o ciclo de calibração

Se atualiza o parâmetro aritmético global P298 e atribui o raio medido ao corretor selecionado na tabela de corretores.

P298	"Raio medido" – "Raio anterior (R+I)".
P299	"Comprimento medido" – "Comprimento anterior (L+K)"
R	Raio medido.
L	Comprimento medido.
I	0.
K	0.

Depois de finalizado o ciclo de medição de desgaste

- Quando se possui controle de vida de ferramentas.

  Neste caso se comparam o raio e o comprimento medido com os valores teóricos atribuídos na tabela. Se supera o máximo permitido mostra mensagem de ferramenta recusada e atua da seguinte maneira.

C0	Detém a execução para que o usuário selecione outra ferramenta.
C1	O ciclo troca a ferramenta por outra da mesma família. Coloca indicativo de ferramenta recusada (estado = R). Ativa a saída lógica geral PRTREJEC (M5564).

- Quando não se possui controle de vida de ferramentas ou a diferença de medição não supera o máximo permitido.

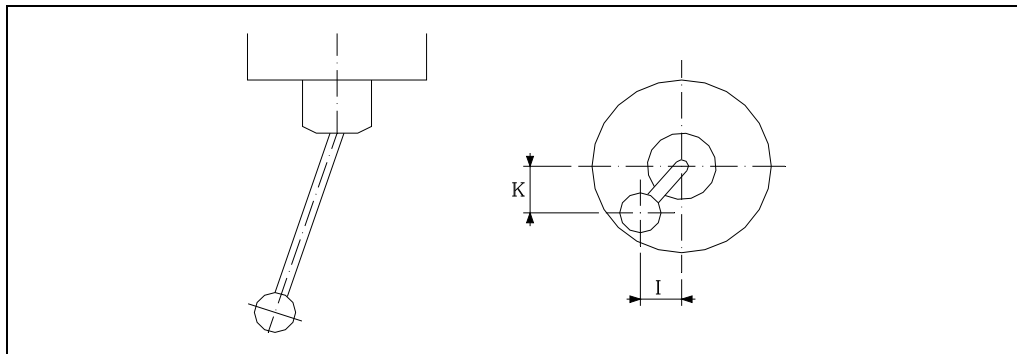
  Neste caso se atualizam os parâmetros aritméticos globais P298, P299 e o valor do desgaste do raio e o comprimento do corretor selecionado na tabela de corretores.

P298	"Raio medido" – "Raio teórico (R)".
P299	"Comprimento medido" – "Comprimento teórico (L)".
R	Raio teórico. Se mantém o valor anterior.
I	"Raio medido" – "Raio teórico (R)". Novo valor do desgaste.
L	Comprimento teórico. Se mantém o valor anterior.
K	"Comprimento medido" – "Comprimento teórico (L)". Novo valor do desgaste.

  Se se solicitou a dimensão de cada fio, (parâmetro “N”), as longitudes se atribuem aos parâmetros aritméticos globais P271 e seguintes, e os raios aos parâmetros aritméticos globais P251 e seguintes.

12.4 PROBE 2. Ciclo fixo de calibragem do apalpador

Serve para a calibração do apalpador situado no spindle suporte de ferramentas. Este apalpador que deve estar previamente calibrado em comprimento, será o que se utilize nos ciclos fixos de medição com apalpador.

O ciclo mede o desvio que tem o eixo da bola do apalpador com referência ao eixo do suporte das ferramentas, utilizando-se para a sua calibragem um furo, usinado previamente, de centro e dimensões conhecidas.

Cada apalpador de medida que se utilize será tratado pelo CNC como uma ferramenta mais. Os campos da tabela de corretores correspondentes a cada apalpador terão o seguinte significado:

R Raio da esfera (bola) do apalpador. Este valor se introduzirá na tabela manualmente.

L Comprimento do apalpador. Este valor será atribuído pelo ciclo de calibragem de ferramenta em comprimento.

I Desvio que tem o eixo da bola do apalpador com respeito ao eixo do suporte das ferramentas, conforme o eixo de abcissas. Este valor será atribuído por este ciclo.

K Desvio que tem o eixo da bola do apalpador com respeito ao eixo do suporte das ferramentas, conforme o eixo de ordenadas. Este valor será atribuído por este ciclo.

Para a sua calibragem devem ser seguidos os seguintes passos:

1. Depois de consultadas as características do apalpador, se introduzirá manualmente no corretor correspondente o valor do raio da esfera (R).

2. Depois de selecionar o número de ferramenta e corretor correspondentes se executará o Ciclo de Calibração de Ferramenta em Comprimento, atualizando-se o valor de (L) e inicializando o valor de (K) a 0.

3. Execução do ciclo fixo de calibragem do apalpador, atualizando-se os valores "I" e "K".

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 2, X, Y, Z, B, J, E, H, F)
```

[X±5.5] Cota real, conforme o eixo X, do centro do furo.

[Y±5.5] Cota real, conforme o eixo Y, do centro do furo.

[Z±5.5] Cota real, conforme o eixo Z, do centro do furo.

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[J5.5] Diâmetro real do furo

Define o diâmetro real do furo Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[E5.5] Distância de retrocesso

Define a distância que retrocede o apalpador depois do apalpamento inicial. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[H5.5] Avanço de apalpamento inicial

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação inicial. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.4.1 Funcionamento básico.

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o centro do furo.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·**1**· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·**2**· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Este movimento se compõe de:

·**1**· Deslocamento do apalpador conforme o eixo de ordenadas com o avanço indicado (H), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é "B+(J/2)", se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

·**2**· Retrocesso do apalpador em avanço rápido (G00) a distância indicada em (E).

·**3**· Deslocamento do apalpador conforme o eixo de ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro real do furo.

4.Segundo movimento de apalpamento.

É análogo ao anterior.

5.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto em que se realizou o apalpamento até ao centro real do furo conforme o eixo de ordenadas.

6.Terceiro movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

7.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro real do furo.

8.Quarto movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

9.Movimento de retrocesso.

Este movimento se compõe de:

·1· Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro real do furo.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Correção do corretor de ferramenta

Depois de finalizado o ciclo, o CNC terá modificado na tabela de corretores os valores "I" e "K" correspondentes ao corretor que se encontra selecionado.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

O ciclo devolve no parâmetro aritmético P299 o valor ótimo que se deve atribuir ao parâmetro de máquina geral PRODEL.

12.5 PROBE 3. Ciclo fixo de medida de superficie

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

Este ciclo permite corrigir o valor do corretor da ferramenta que se utilizou no processo de usinagem da superfície. Esta correção se realizará somente quando o erro de medida supera um valor programado.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 3, X, Y, Z, B, K, F, C, D, L)
```

[X±5.5] Cota teórica em X, do ponto sobre o que se deseja realizar a medição

[Y±5.5] Cota teórica em Y, do ponto sobre o que se deseja realizar a medição

[Z±5.5] Cota teórica em Z, do ponto sobre o que se deseja realizar a medição

[B5.5] Distância de segurança

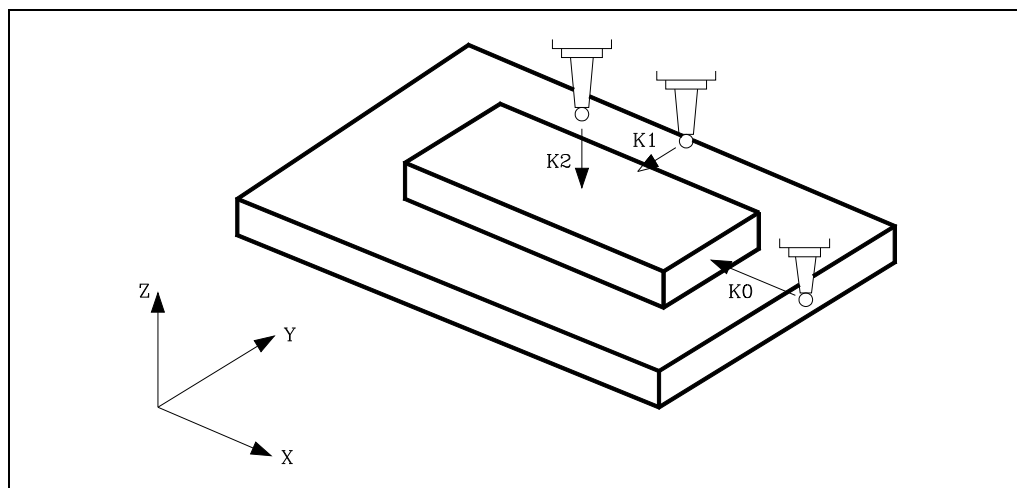
Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

O apalpador deverá estar situado, com respeito ao ponto a medir, a uma distância superior a este valor quando se chame o ciclo.

[K] Eixo de apalpamento

Define o eixo com o que se deseja realizar a medição de superfície, se definirá mediante o seguinte código:

K = 0	Com o eixo de abcissas do plano de trabalho.
K = 1	Com o eixo de ordenadas do plano de trabalho.
K = 2	Com o eixo longitudinal ao plano de trabalho.

Se não se programa, o ciclo fixo toma o valor K0.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[C] Ação tras finalizar o apalpamento

Indica onde deve finalizar o ciclo de apalpamento.

C = 0	Voltará ao mesmo ponto em que se realizou a chamada ao ciclo.
C = 1	O ciclo finalizará sobre o ponto medido, retrocedendo o eixo longitudinal até à cota correspondente ao ponto em que se realizou a chamada ao ciclo.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

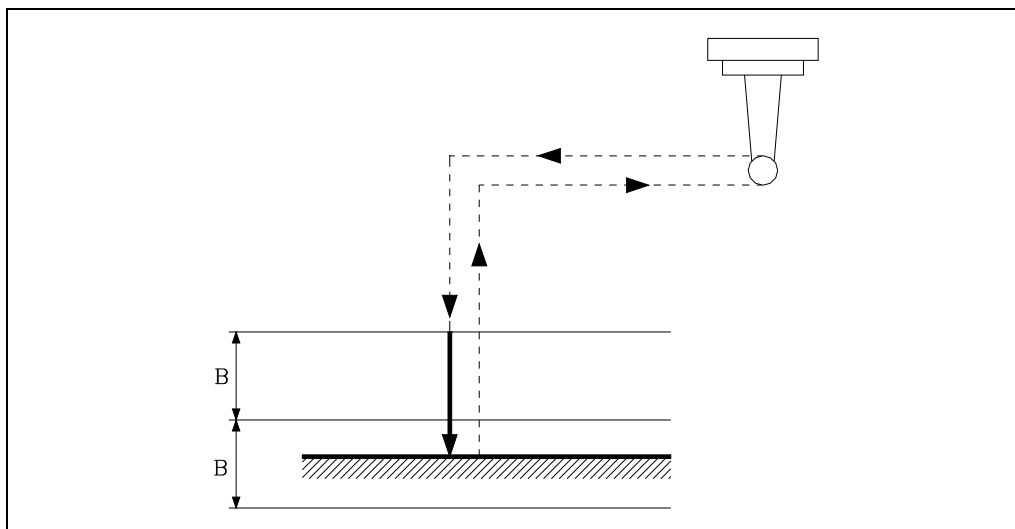
[D4] Corretor de ferramenta

Define o número de corretor sobre o que se realizará a correção, depois de realizada a medição. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC entenderá que não se deseja efetuar a referida correção.

[L5.5] Tolerância de erro.

Define a tolerância que se aplicará ao erro medido. Se programará com valor absoluto e se realizará a correção do corretor somente quando o erro supera o referido valor.

Se não se programa o CNC atribuirá a este parâmetro o valor 0.

12.5.1 Funcionamento básico.

1. Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o ponto de aproximação.

Este ponto se encontra situado em frente ao ponto em que se deseja realizar a medição, a uma distância de segurança (B) do mesmo e conforme o eixo em que se realizará o apalpamento (K).

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·**1**· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·**2**· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2. Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo selecionado (K) com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

Depois de realizado o apalpamento, o CNC assumirá como posição teórica dos eixos, a posição real que tinham quando se recebeu o sinal do apalpador.

3. Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·**1**· Deslocamento conforme o eixo de apalpamento ao ponto de aproximação.

·**2**· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·**3**· No caso de programar-se (C0) se realiza um deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P299	Cota real de la superficie.
P299	Erro detectado. Diferença entre a cota real de superfície e a cota teórica programada.

Correção do corretor de ferramenta

Se se selecionou Número de Corretor de Ferramenta (D), o CNC modificará os valores do referido corretor, sempre que o erro de medição seja igual ou maior que a tolerância (L).

Dependendo do eixo com que se realize a medição (K), a correção se efetuará sobre o valor do comprimento ou do raio:

- Se a medição se realiza com o eixo longitudinal ao plano de trabalho, se modificará o desgaste de comprimento (K) do corretor indicado (D).
- Se a medição se realiza com um dos eixos que formam o plano de trabalho, se modificará o desgaste de raio (I) do corretor indicado (D).

12.6 PROBE 4. Ciclo fixo de medida de canto exterior

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 4, X, Y, Z, B, F)
```

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do canto que se deseja medir

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do canto que se deseja medir

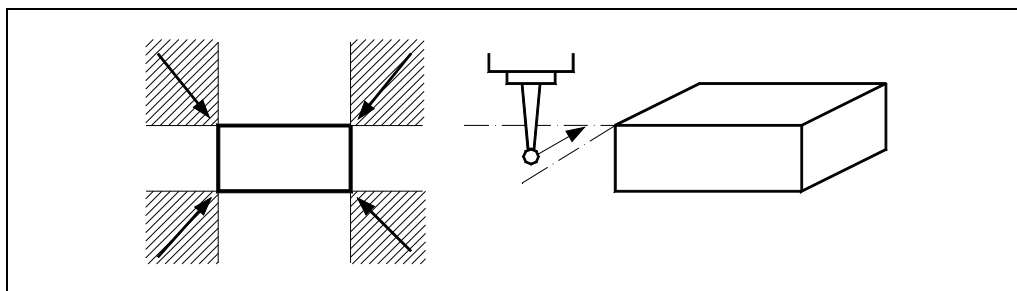
[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do canto que se deseja medir

Dependendo do canto da peça que se deseje medir, o apalpador deverá situar-se na zona marcada (ver figura) correspondente antes de chamar o ciclo.

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

O apalpador deverá estar situado, com respeito ao ponto a medir, a uma distância superior a este valor quando se chame o ciclo.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.6.1 Funcionamento básico.

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o primeiro ponto de aproximação, situado a uma distância (B) da primeira face a apalpar.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·**1**· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·**2**· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo abcissas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o primeiro ponto de aproximação.

4.Segundo movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o primeiro ponto de aproximação ao segundo.

Este movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·**1**· Deslocamento conforme o eixo de ordenadas.

·**2**· Deslocamento conforme o eixo de abcissas.

5.Segundo movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

6.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o segundo apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de apalpamento ao segundo ponto de aproximação.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P296 Cota real do canto conforme ao eixo de abcissas.

P297 Cota real do canto conforme ao eixo de ordenadas.

P299 Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

P299 Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

12.7 PROBE 5. Ciclo fixo de medida de canto interior

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 5, X, Y, Z, B, F)
```

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do canto que se deseja medir

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do canto que se deseja medir

[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do canto que se deseja medir

O apalpador deverá situar-se dentro do bolsão antes de chamar o ciclo.

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

O apalpador deverá estar situado, com respeito ao ponto a medir, a uma distância superior a este valor quando se chame o ciclo.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.7.1 Funcionamento básico.

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o primeiro ponto de aproximação, situado a uma distância (B) das duas faces a apalpar.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo abcissas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o ponto de aproximação.

4.Segundo movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

5.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o segundo apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de apalpamento ao ponto de aproximação.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P296	Cota real do canto conforme ao eixo de abcissas.
P297	Cota real do canto conforme ao eixo de ordenadas.
P299	Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.
P299	Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

12.8 PROBE 6. Ciclo fixo de medida de ângulo

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 6, X, Y, Z, B, F)
```

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do vértice do ângulo que se deseja medir

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do vértice do ângulo que se deseja medir

[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do vértice do ângulo que se deseja medir

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

O apalpador deverá estar situado, com respeito ao ponto programado, a uma distância superior a 2 vezes este valor, quando se chame o ciclo.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.8.1 Funcionamento básico.

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o primeiro ponto de aproximação, situado a uma distância (B) do vértice programado e a (2B) da face a apalpar.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 3B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o primeiro ponto de aproximação.

4.Segundo movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o primeiro ponto de aproximação ao segundo. Se encontra a uma distância (B) do primeiro.

5.Segundo movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 4B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

6.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o segundo apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de ordenadas ao segundo ponto de aproximação.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá o valor real obtido depois da medição no seguinte parâmetro aritmético geral:

P295 Ângulo de inclinação que tem a peça com referência ao eixo de abscissas.

Considerações ao ciclo

Este ciclo permite medir ângulos compreendidos entre ±45º.

- Se o ângulo a ser medido é > 45º o CNC visualizará o código de erro correspondente.
- Se o ângulo a ser medido é < -45º, o apalpador irá bater na peça.

12.9 PROBE 7. Ciclo fixo de medida de canto e ângulo

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

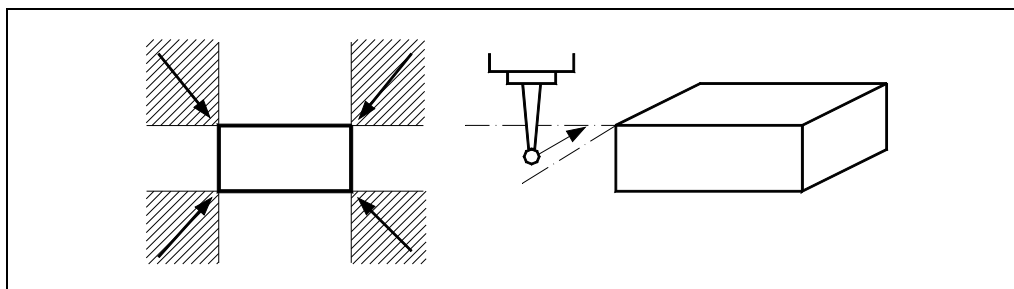
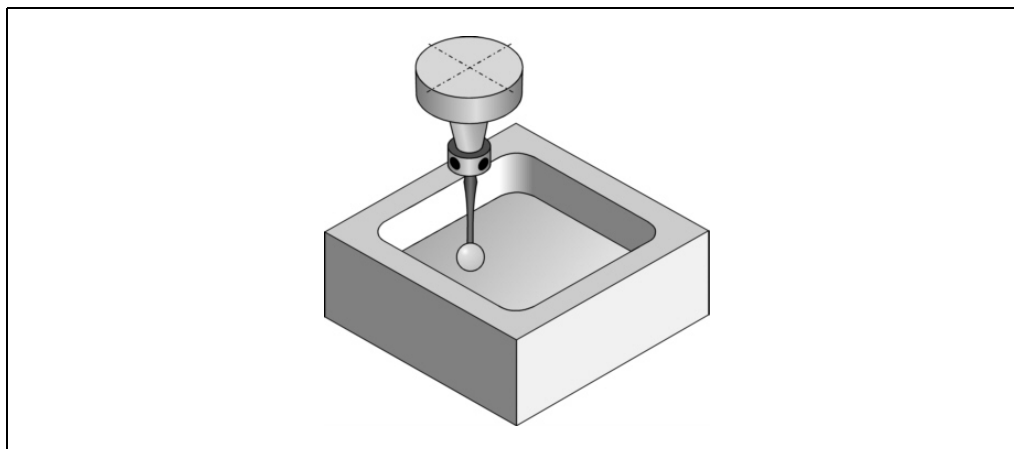
O formato de programação deste ciclo é:

(PROBE 7, K, X, Y, Z, B, F)

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do canto que se deseja medir

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do canto que se deseja medir

[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do canto que se deseja medir

Se se trata de um canto exterior, dependendo do canto da peça que se deseje medir, o apalpador deverá situar-se na zona marcada (ver figura) correspondente antes de chamar o ciclo.

Se se trata de um canto interior, o apalpador deverá situar-se dentro do bolsão antes de chamar o ciclo.

[K] Tipo de canto

Define o tipo de canto que se deseja realizar:

K = 0: Medida de canto exterior.

K = 1: Medida de canto interior.

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

O apalpador deverá estar situado, com respeito ao ponto programado, a uma distância superior a 2 vezes este valor, quando se chame o ciclo.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.9.1 Funcionamento básico (medida do canto exterior)

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o primeiro ponto de aproximação, situado a uma distância (2B) da primeira face a apalpar.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo abcissas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 3B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o primeiro ponto de aproximação.

4.Segundo movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o primeiro ponto de aproximação ao segundo, situado a uma distância (2B) da segunda cara a apalpar.

Este movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de ordenadas.

·2· Deslocamento conforme o eixo de abcissas.

5.Segundo movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 3B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

6.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o segundo ponto de aproximação.

7.Terceiro movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o segundo ponto de aproximação ao terceiro. Se encontra a uma distância (B) do anterior.

8.Terceiro movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 4B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

9.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o terceiro apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de apalpamento ao terceiro ponto de aproximação.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P295	Ângulo de inclinação que tem a peça com referência ao eixo de abscissas.
P296	Cota real do canto conforme ao eixo de abcissas.
P297	Cota real do canto conforme ao eixo de ordenadas.
P299	Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.
P299	Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

Considerações ao ciclo

Este ciclo permite medir ângulos compreendidos entre ±45º.

- Se o ângulo a ser medido é > 45º o CNC visualizará o código de erro correspondente.
- Se o ângulo a ser medido é < -45º, o apalpador irá bater na peça.

12.9.2 Funcionamento básico (medida do canto interior)

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o ponto de aproximação, situado a uma distância (B) da primeira face a apalpar.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo abcissas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B. Se percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o primeiro ponto de aproximação.

4.Segundo movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 2B. Se percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

5.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o segundo apalpamento até o primeiro ponto de aproximação.

6.Segundo movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o primeiro ponto de aproximação ao segundo. Se encontra a uma distância (B) do anterior.

7.Terceiro movimento de apalpamento.

Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é 3B, se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

8.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o terceiro apalpamento até ao ponto que se chamou o ciclo.

O movimento de retrocesso se realiza em três fases:

·1· Deslocamento conforme o eixo de apalpamento ao segundo ponto de aproximação.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

·3· Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P295 Ângulo de inclinação que tem a peça com referência ao eixo de abscissas.

P296 Cota real do canto conforme ao eixo de abcissas.

P297 Cota real do canto conforme ao eixo de ordenadas.

P299 Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

P299 Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do canto e a cota teórica programada.

Considerações ao ciclo

Este ciclo permite medir ângulos compreendidos entre ±45º.

- Se o ângulo a ser medido é > 45º o CNC visualizará o código de erro correspondente.
- Se o ângulo a ser medido é < -45º, o apalpador irá bater na peça.

12.10 PROBE 8. Ciclo fixo de medida de furo

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 8, X, Y, Z, B, J, E, C, H, F)
```

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do centro do furo

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do centro do furo.

[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do centro do furo.

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[J5.5] Diâmetro teórico do furo

Define o diâmetro teórico do furo. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

Este ciclo permite realizar medição de furos com diâmetros não superiores a (J+B).

[E5.5] Distância de retrocesso

Define a distância que retrocede o apalpador depois do apalpamento inicial. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[C] Ação tras finalizar o apalpamento

Indica onde deve finalizar o ciclo de apalpamento.

C = 0	Voltará ao mesmo ponto em que se realizou a chamada ao ciclo.
C = 1	O ciclo finalizará no centro real do furo.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

[H5.5] Avanço de apalpamento inicial

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação inicial. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.10.1 Funcionamento básico.

1.Movimento de aproximação.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o centro do furo.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal.

2.Movimento de apalpamento.

Este movimento se compõe de:

·1· Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (H), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é "B+(J/2)", se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

·2· Retrocesso do apalpador em avanço rápido (G00) a distância indicada em (E).

·3· Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

3.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro teórico do furo.

4.Segundo movimento de apalpamento.

É análogo ao anterior.

5.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até ao centro real (calculado) do furo conforme o eixo de ordenadas.

6.Terceiro movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

7.Movimento de retrocesso.

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro teórico do furo.

8.Quarto movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

9. Movimento de retrocesso.

Este movimento se compõe de:

·1· Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto no qual se realizou o apalpamento até o centro real (calculado) do furo.

·2· No caso de programar-se (C0) se realiza um deslocamento do apalpador até o ponto que se chamou o ciclo.

Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P294	Diâmetro do furo.
P295	Erro de diâmetro do furo. Diferença entre o diâmetro real e o programado.
P296	Cota real do centro conforme ao eixo de abcissas.
P297	Cota real do centro conforme ao eixo de ordenadas.
P299	Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do centro e a cota teórica programada.
P299	Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do centro e a cota teórica programada.

12.11 PROBE 9. Ciclo fixo de medida de relevo

Se utilizará um apalpador situado no spindle suporte de ferramentas, que deve estar previamente calibrado mediante os ciclos fijos:

Ciclo fixo de calibragem de ferramenta em comprimento.

Ciclo fixo de calibragem do apalpador.

O formato de programação deste ciclo é:

```
(PROBE 9, X, Y, Z, B, J, E, C, H, F)
```

[X±5.5] Cota teórica, conforme o eixo X, do centro do relevo

[Y±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Y, do centro do relevo

[Z±5.5] Cota teórica, conforme o eixo Z, do centro do relevo

[B5.5] Distância de segurança

Define a distância de segurança. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[J5.5] Diâmetro teórico do relevo

Define o diâmetro teórico do relevo. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

Este ciclo permite realizar medição de relevos com diâmetros não superiores a (J+B).

[E5.5] Distância de retrocesso

Define a distância que retrocede o apalpador depois do apalpamento inicial. Se deverá programar com valor positivo e superior a 0.

[C] Ação tras finalizar o apalpamento

Indica onde deve finalizar o ciclo de apalpamento.

C = 0	Voltará ao mesmo ponto em que se realizou a chamada ao ciclo.
C = 1	O ciclo finalizará posicionando-se o apalpador sobre o centro do relevo, a uma distância (B) da cota teórica programada.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor C0.

[H5.5] Avanço de apalpamento inicial

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação inicial. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

[F5.5] Avanço de apalpamento.

Define o avanço com o qual se realizará o movimento de apalpação. Se programará em mm/minuto ou polegadas/minuto.

12.11.1 Funcionamento básico.

1. Posicionamento sobre o centro do relevo

Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) desde o ponto de chamada ao ciclo até o centro do relevo.

O movimento de aproximação se realiza em duas fases:

·1· Deslocamento no plano principal de trabalho.

·2· Deslocamento conforme o eixo longitudinal, até uma distância (B) da superfície programada.

2. Movimento ao primeiro ponto de aproximação.

Este deslocamento do apalpador que se realiza em avanço rápido (G00) se compõe de:

·1· Deslocamento conforme o eixo de ordenadas.

·2· Deslocamento do eixo longitudinal a distância (2B).

3. Movimento de apalpamento.

Este movimento se compõe de:

·1· Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (H), até receber o sinal do apalpador.

A máxima distância a percorrer no movimento de apalpamento é "B+(J/2)", se desde o momento que percorrida a referida distância o CNC não recebe o sinal do apalpador, se visualizará o código de erro correspondente detendo-se o movimento dos eixos.

·2· Retrocesso do apalpador em avanço rápido (G00) a quantidade indicada em (E).

·3· Deslocamento do apalpador conforme o eixo ordenadas com o avanço indicado (F), até receber o sinal do apalpador.

4. Movimento ao segundo ponto de aproximação.

Este deslocamento do apalpador que se realiza em avanço rápido (G00) se compõe de:

·1· Retrocesso até o primeiro ponto de aproximação.

·2· Deslocamentos a uma distância (B) por cima do relevo, até ao segundo ponto de aproximação.

5. Segundo movimento de apalpamento.

É análogo ao primeiro movimento de apalpamento.

6. Movimento ao terceiro ponto de aproximação.

É análogo ao anterior.

7. Terceiro movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

8.Movimento ao quarto ponto de aproximação.

É análogo aos anteriores.

9.Quarto movimento de apalpamento.

É análogo aos anteriores.

10. Movimento de retrocesso.

Este movimento se compõe de:

·1· Retrocesso até o quarto ponto de aproximação.

·2· Deslocamento do apalpador em avanço rápido (G00) e a uma distância (B) por cima do relevo, até o centro real (calculado) do relevo.

·3· No caso de programar-se (C0) se realiza um deslocamento do apalpador até o ponto que se chamou o ciclo.

Deslocamento conforme o eixo longitudinal até à cota correspondente ao referido eixo do ponto de chamada ao ciclo.

Deslocamento no plano principal de trabalho até ao ponto de chamada ao ciclo.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P294	Diâmetro do relevo.
P295	Erro de diâmetro do relevo. Diferença entre o diâmetro real e o programado.
P296	Cota real do centro conforme ao eixo de abcissas.
P297	Cota real do centro conforme ao eixo de ordenadas.
P299	Erro detectado conforme o eixo de abcissas. Diferença entre a cota real do centro e a cota teórica programada.
P299	Erro detectado conforme o eixo de ordenadas. Diferença entre a cota real do centro e a cota teórica programada.

12.12 PROBE 10. Ciclo fixo de centrado de peça retangular

Ciclo que mediante um apalpador digital minimiza o tiempo de preparação de uma peça retangular, calculando as cotas reais do centro, da superficie e inclinação da chapa.

```
(PROBE 10, I, J, X, Y, Z, K, L, B, D, E, H, F, Q)
```

Condições iniciais

- O apalpador deve estar corretamente calibrado em raio e comprimento.
- A posição do apalpador antes do primeiro apalpamento tem que ser o mais centralizada possível em X e Y.

Considerações ao ciclo

- Depois de realizar os movimentos de apalpamento, o apalpador se retira da peça em G0 antes de mover-se à Z de segurança.
- Dependendo da variável PRBMOD, não se oferece erro nos seguintes casos, mesmo que o parâmetro de máquina PROBERR=YES.
  - Quando finaliza um movimento de apalpamento G75 e o apalpador não reconheceu a peça.
  - Quando finaliza um movimento de apalpamento G76 e o apalpador não deixou de tocar a peça.

Parâmetros

[X±5.5] Cota no eixo X na que se começará o apalpamento

Cota no eixo X da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em X do apalpador.

[X±5.5] Cota no eixo Y na que se começará o apalpamento

Cota no eixo Y da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em Y do apalpador.

[X±5.5] Cota no eixo Z na que se começará o apalpamento

Cota no eixo Z da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em Z do apalpador.

[I5.5] Longitude no eixo X da peça retangular.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[J5.5] Longitude no eixo Y da peça retangular.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[K1] Eixo e sentido do primeiro movimento de apalpamento.

Os valores são os seguintes:

- Para X+ : 0
- Para X- : 1
- Para Y+ : 2
- Para Y- : 3

Se não se programa, se toma o valor 0.

[L1] Indicativo se se realiza a medida da superfície da peça ou não

- Valor 0: não se realiza a medida
- Valor 1: se realiza a medida
- Se não se programa se toma o valor 0.

[B5.5] Distância de aproximação

Distância de aproximação à peça em cada uma dos apalpamentos. Se não se programa ou se programa com valor 0, tomará o valor da distância de aproximação da posição do apalpador à peça.

[D±5.5] Distância de subida do apalpador

Distância a subir em Z o apalpador para os deslocamentos do apalpador por cima da peça. Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[E±5.5] Distância de retrocesso

Distância que retrocede o apalpador, depois de encontrar a peça, para realizar a medição. Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[H5] Avance do apalpador para busca da peça

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[F5] Avance do apalpador para medição

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[Q5] Avanço do apalpador a deslocar-se aos pontos de aproximação

Avanço do apalpador quando vai aos pontos de aproximação. Se não se programa se toma avanço rápido (G0).

12.12.1 Funcionamento básico.

1. Movimento de aproximação (conforme o valor dado em Q), primeiro nos eixos do plano e depois no eixo longitudinal, à posição do primeiro apalpamento (somente se se programou X ou Y ou Z).
2. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), no eixo e sentido dados, até tocar a primeira face.
3. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
4. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
5. Retrocesso até à posição inicial.
6. Deslocamento paralelo à face apalpada para tocar num ponto diferente da mesma face.
7. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F), no eixo e sentido dados, até tocar novamente a primeira face. Deste modo se calcula o ângulo de inclinação da peça com referência à mesa e se guarda no parâmetro P296.
8. Movimento rápido de subida em Z (distância dada em D), até à cota Z de segurança.
9. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação à face da que está em sentido frontal, levando em consideração o comprimento da peça, o ângulo de inclinação calculado, e o valor do parâmetro B.
10. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
11. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), levando em consideração o ângulo de inclinação calculado, até tocar na referida face.
12. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
13. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
14. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
15. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação na metade de uma das faces restantes, levando em consideração a metade dos comprimentos e o ângulo de inclinação calculado.
16. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
17. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), levando em consideração o ângulo de inclinação calculado, até tocar na referida face.
18. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
19. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
20. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
21. Se não se programou a medição da superfície da peça se passa ao ponto 26; e se se programou, movimento (conforme valor dado em Q) até ao centro da peça.
22. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar a superfície da peça.
23. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
24. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até voltar a tocar a superfície da peça. Deste modo se mede a cota da superfície da peça, que se guarda no parâmetro P297.
25. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
26. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação à face da que está em sentido frontal, levando em consideração o comprimento da peça, o ângulo de inclinação calculado.
27. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
28. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), levando em consideração o ângulo de inclinação calculado, até tocar na referida face.
29. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
30. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face. Deste modo se calcula o centro real da peça retangular, que se guarda nos parâmetros P298 e P299.
31. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
32. Movimento rápido até o centro calculado.

12.13 PROBE 11. Ciclo fixo de centrado de peça circular

Ciclo que mediante um apalpador digital minimiza o tiempo de preparação de uma peça retangular, calculando as cotas reais do centro e superficie da chapa.

```
(PROBE 11, J, X, Y, Z, K, L, B, D, E, H, F, Q)
```

Condições iniciais

- O apalpador deve estar corretamente calibrado em raio e comprimento.
- A posição do apalpador antes do primeiro apalpamento tem que ser o mais centralizada possível em X e Y.

Considerações ao ciclo

- Depois de realizar os movimentos de apalpamento, o apalpador se retira da peça em G0 antes de mover-se à Z de segurança.
- Dependendo da variável PRBMOD, não se oferece erro nos seguintes casos, mesmo que o parâmetro de máquina PROBERR=YES.
  - Quando finaliza um movimento de apalpamento G75 e o apalpador não reconheceu a peça.
  - Quando finaliza um movimento de apalpamento G76 e o apalpador não deixou de tocar a peça.

Parâmetros

[X±5.5] Cota no eixo X na que se começará o apalpamento

Cota no eixo X da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em X do apalpador.

[X±5.5] Cota no eixo Y na que se começará o apalpamento

Cota no eixo Y da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em Y do apalpador.

[X±5.5] Cota no eixo Z na que se começará o apalpamento

Cota no eixo Z da posição do apalpador na que começará o primeiro apalpamento.

Se não se programa se toma a posição atual em Z do apalpador.

[J5.5] Diâmetro da peça circular.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[K1] Eixo e sentido do primeiro movimento de apalpamento.

Os valores são os seguintes:

- Para X+ : 0
- Para X- : 1
- Para Y+ : 2
- Para Y- : 3

Se não se programa, se toma o valor 0.

[L1] Indicativo se se realiza a medida da superfície da peça ou não

- Valor 0: não se realiza a medida
- Valor 1: se realiza a medida
- Se não se programa se toma o valor 0.

[B5.5] Distância de aproximação à peça em cada uma dos apalpamentos.

Se não se programa ou se programa com valor 0, tomará o valor da distância de aproximação da posição inicial do apalpador à peça.

[D±5.5] Distância de subida do apalpador em Z.

Distância a subir em Z o apalpador para os deslocamentos do apalpador por cima da peça. Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[E±5.5] Distância de retrocesso do apalpador.

Distância que retrocede o apalpador, depois de encontrar a peça, para realizar a medição. Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[H5] Avanço de apalpamento para busca da peça.

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[F5] Avanço do apalpador para medição

Se não se programa ou se programa com valor 0, se gera o erro correspondente.

[Q5] Avanço do apalpador quando vai aos pontos de aproximação.

Se não se programa se toma avanço em G0.

12.13.1 Funcionamento básico.

1. Movimento de aproximação (conforme o valor dado em Q), primeiro nos eixos do plano e depois no eixo longitudinal, à posição do primeiro apalpamento (somente se se programou X ou Y ou Z).
2. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), no eixo e sentido dados, até tocar a peça.
3. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
4. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
5. Movimento rápido de subida em Z (a distância dada em D), até à cota Z de segurança.
6. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação em frente, levando em consideração o diâmetro da peça
7. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
8. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar a peça.
9. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
10. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a peça. Deste modo se calcula uma das cotas do centro real da peça.
11. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
12. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação do eixo restante, levando em consideração a cota do centro calculada.
13. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
14. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar a peça.
15. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
16. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a peça.
17. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
18. Se não se programou a medição da superfície da peça se passa ao ponto 23; e se se programou, movimento (conforme valor dado em Q) até ao centro da peça.
19. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar a superfície da peça.
20. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
21. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até voltar a tocar a superfície da peça. Deste modo se mede a cota da superfície da peça, que se guarda no parâmetro P297.
22. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança.
23. Movimento (conforme o valor dado em Q) até o ponto de aproximação em frente, levando em consideração o diâmetro da peça
24. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca com a peça, o apalpador volta a subir à Z de segurança e se move à distância indicada no parâmetro B (na mesma direção) até salvar a peça.
25. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar a peça.
26. Retrocesso (distância dada em E), para apalpamento de medição.
27. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a peça. Deste modo se calcula o centro real da peça circular, que se guarda nos parâmetros P298 e P299.
28. Movimento rápido de subida à cota Z de segurança. Movimento rápido até o centro calculado.

12.14 PROBE 12. Calibragem do apalpador de bancada.

Por meio deste ciclo, é facilitada a calibragem do apalpador, de forma que se consegue diminuir o tempo de preparação da máquina.

Condições iniciais

A ferramenta utilizada para realizar a calibragem deve estar corretamente calibrada em raio e comprimento.

Os parâmetros de máquina do apalpador têm que ter uns valores aproximados aos seus valores reais. Estes parâmetros são os seguintes:

- P.m.g. PRBXMIN (P40).
- P.m.g. PRBXMAX (P41).
- P.m.g. PRBYMIN (P42).
- P.m.g. PRBYMAX (P43).
- P.m.g. PRBZMIN (P44).
- P.m.g. PRBZMAX (P45).

Considerações iniciais.

Medição no eixo Z:

- Se a cota Z da ferramenta antes de realizar o ciclo é maior ou igual que a cota Z máxima do apalpador, a face Z do apalpador que se vai medir será a correspondente à sua cota Z máxima.
- Se a cota Z da ferramenta antes de realizar o ciclo é menor ou igual que a cota Z mínima do apalpador, a face Z do apalpador que se vai medir será a correspondente à sua cota Z mínima .
- Se a cota Z da ferramenta antes de realizar o ciclo se encontra entre as cotas Z máxima e mínima do apalpador, o CNC visualizará o erro correspondente.

Medição no eixo X:

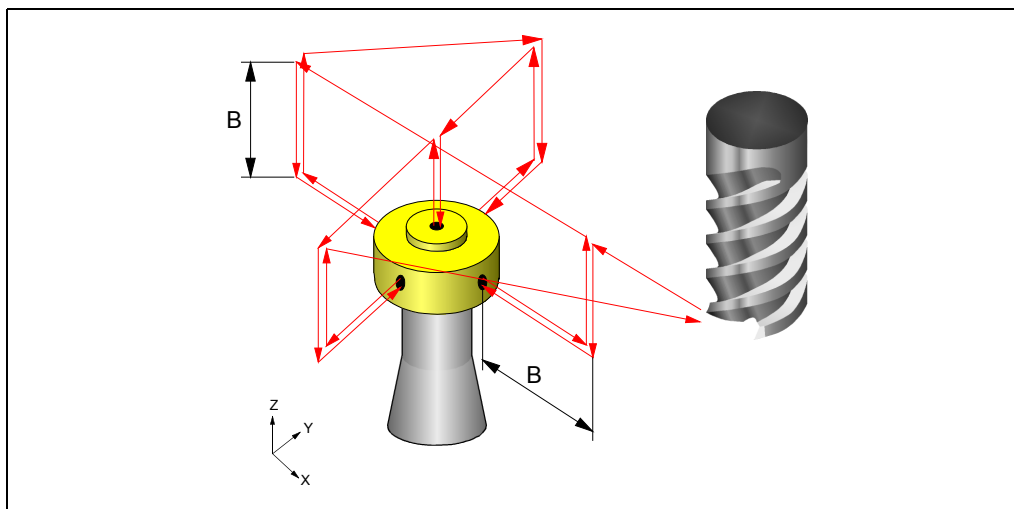
- Se a cota X da ferramenta antes de realizar o ciclo é maior do que a metade das cotas X máxima e mínima do apalpador, a face X do apalpador onde se começará a medição será a correspondente à sua cota X máxima.
- Se a cota X da ferramenta antes de realizar o ciclo é igual ou menor do que a metade das cotas X máxima e mínima do apalpador, a face X do apalpador onde se começará a medição será a correspondente à sua cota X mínima.

Movimento de posicionamento inicial:

- Se a cota Z da ferramenta antes de realizar o ciclo se encontra separada da face Z do apalpador que se vai medir, uma distância menor que a distância de aproximação (B), o movimento de posicionamento inicial da ferramenta se realizará primeiro em Z até à referida distância de aproximação, e a seguir em XY até à distância de aproximação à face X do apalpador correspondente.
- Se a cota Z da ferramenta antes de realizar o ciclo se encontra separada da face Z do apalpador que se vai medir, uma distância maior o igual que a distância de aproximação (B), o movimento de posicionamento inicial da ferramenta se realizará primeiro em XY até a distância de aproximação à face X do apalpador correspondente, e a seguir em Z até à distância de aproximação à face Z do apalpador correspondente.

Formato de programação do ciclo.

Trabalhando em coordenadas cartesianas, a estrutura básica do bloco é:

```
PROBE 12, B, E, H, F, I, X, U, Y, V, Z, W
```

[B5.5] Distância de aproximação

Distância de aproximação ao apalpador em cada uma dos apalpamentos. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[E±5.5]Distância de retrocesso

Distância que retrocede a ferramenta, depois de contactar com o apalpador, para realizar a medição. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[H5]Avanço de busca

Avanço de busca de apalpador. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[F5] Avanço de medição

Avanço de medição. Se não se programa ou se programa com valor 0, o CNC visualizará o erro correspondente.

[I1] Tipo de calibração

O tipo de calibragem pode ser simples ou duplo:

I=0 Configuração simples: a calibragem se realiza nos 4 quadrantes do apalpador com o spindle que suporta a ferramenta posicionada em 0º.

I=1 Calibração duplo: a calibragem se realiza duas vezes nos 4 quadrantes do apalpador, uma com a posição do spindle a 0º e outra com a posição do spindle a 180º. Desta forma se evitam erros de excentricidade da ferramenta.

Se não se programa, o ciclo tomará o valor I=0.

[X±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo X, da face menos positiva do apalpador

Cota aproximada da face menos positiva do apalpador, conforme o eixo de abcissas. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBXMIN (P40).

[U±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo X, da face mais positiva do apalpador

Cota aproximada da face mais positiva do apalpador, conforme o eixo de abcissas. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBXMAX (P41).

[Y±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo Y, da face menos positiva do apalpador

Cota aproximada da face menos positiva do apalpador, conforme o eixo de ordenadas. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBYMIN (P42).

[V±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo Y, da face mais positiva do apalpador

Cota aproximada da face mais positiva do apalpador, conforme o eixo de ordenadas. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBYMAX (P43).

[Z±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo Z, da face menos positiva do apalpador

Cota aproximada da face menos positiva do apalpador, conforme o eixo Z. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBZMIN (P44).

[W±5.5] Cota aproximada, conforme o eixo Z, da face mais positiva do apalpador

Cota aproximada da face mais positiva do apalpador, conforme o eixo Z. Se não se programa se toma o valor do parâmetro máquina geral PRBZMAX (P45).

Funcionamento

1. Posicionamento do spindle em 0º (só se o tipo de calibragem é duplo).
2. Movimento de posicionamento inicial, até às cotas de aproximação iniciais.
3. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até à cota Z de apalpamento (na metade do apalpador). Se toca a peça, o CNC visualizará o erro correspondente.
4. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), no eixo X e no sentido dado, até tocar a primeira face.
5. Retrocesso em avanço rápido no eixo X (distância dada em E), para apalpamento de medição.
6. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
7. Retrocesso em avanço rápido até a cota X de aproximação.
8. Movimento rápido em Z até à cota Z de aproximação.
9. Movimento em avanço rápido no eixo X até o ponto de aproximação da outra face, levando em consideração o comprimento teórico dado do apalpador no eixo X e o valor do parâmetro B.
10. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca o apalpador, se torna a subir à cota de aproximação e se move um valor da distância de segurança na mesma direção. Se repete este mesmo movimento até salvar o apalpador.
11. Movimento de apalpamento em X (em avanço dado em H), até tocar na referida face.
12. Retrocesso em avanço rápido no eixo X (distância dada em E), para apalpamento de medição.
13. Movimento de apalpamento em X (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
14. Retrocesso em avanço rápido até a cota X de aproximação.
15. Movimento em avanço rápido no eixo Z até à cota Z de aproximação.
16. Movimento em avanço rápido até à cota de aproximação à face Y mínima do apalpador (a cota X de aproximação é a correspondente à do centro real do apalpador).
17. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca o apalpador, se torna a subir à cota de aproximação e se move um valor da distância de segurança na mesma direção. Se repete este mesmo movimento até salvar o apalpador.
18. Movimento de apalpamento no eixo Y (em avanço dado em H), até tocar na referida face.
19. Retrocesso em avanço rápido no eixo Y (distância dada em E), para apalpamento de medição.
20. Movimento de apalpamento no eixo Y (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
21. Retrocesso em avanço rápido até a cota Y de aproximação.
22. Movimento em avanço rápido em Z até à cota Z de aproximação.
23. Movimento em avanço rápido no eixo Y até ao centro (teórico) do apalpador.
24. Movimento de apalpamento no eixo Z (em avanço dado em H), até tocar a face Z do apalpador.
25. Retrocesso em avanço rápido no eixo Z (distância dada em E), para apalpamento de medição.
26. Movimento de apalpamento no eixo Z (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.
27. Movimento em avanço rápido no eixo Z até à cota Z de aproximação.
28. Movimento em avanço rápido no eixo Y até o ponto de aproximação da outra face, levando em consideração o comprimento teórico dado do apalpador no eixo Y e o valor do parâmetro B.
29. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H) para descer à cota Z de apalpamento. Se toca o apalpador, se torna a subir à cota de aproximação e se move um valor da distância de segurança na mesma direção. Se repete este mesmo movimento até salvar o apalpador.

30. Movimento de apalpamento (em avanço dado em H), até tocar na referida face.

31. Retrocesso em avanço rápido (distância dada em E), para apalpamento de medição.

32. Movimento de apalpamento (em avanço dado em F) até voltar a tocar a mesma face.

33. Retrocesso em avanço rápido no eixo Y até à posição de aproximação.

34. Movimento rápido no eixo Z até à cota Z de aproximação.

35. Movimento rápido até ao ponto XY inicial.

36. Movimento rápido no eixo Z até à cota Z inicial.

37. Se o tipo de calibragem é duplo, se posiciona o spindle a 180º e se repetem os passos do 2 ao 36.

38. Atribuição dos valores reais das faces do apalpador medido aos parâmetros correspondentes.

Parâmetros aritméticos que modifica o ciclo

Depois de finalizado o ciclo, o CNC devolverá os valores reais obtidos depois da medição, nos seguintes parâmetros aritméticos gerais:

P295 Cota real da face menos positiva do apalpador, conforme o eixo de abcissas.

P296 Cota real da face mais positiva do apalpador, conforme o eixo de abcissas.

P297 Cota real da face menos positiva do apalpador, conforme o eixo de ordenadas.

P299 Cota real da face mais positiva do apalpador, conforme o eixo de ordenadas.

P299 Cota real da face medida do apalpador no eixo longitudinal.

PROGRAMAÇÃO EM LINGUAGEM DE ALTO NIVEL

13

13.1 Descrição léxica.

Todas as palavras que constituem a linguagem em alto nível do controle numérico deverão ser escritas em letras maiúsculas, á exceção dos textos associados, que se poderão escrever com letras maiúsculas e minúsculas.

Os elementos que estão à disposição para realizar a programação em alto nível são:

- Palavras reservadas.
- Constantes numéricas.
- Símbolos.

Palavras reservadas

Se consideram palavras reservadas àquelas palavras que o CNC utiliza na programação de alto nível para denominar as variáveis do sistema, os operadores, as instruções de controle, etc.

Também são palavras reservadas cada uma das letras do alfabeto A-Z, já que podem formar uma palavra da linguagem de alto nível quando vão sozinhas.

Constantes numéricas

Os blocos programados em linguagem de alto nível permitem números em formato decimal e números em formato hexadecimal.

- Os números em formato decimal não devem ultrapassar o formato ±6.5 (6 dígitos inteiros e 5 decimais).
- Os números em formato hexadecimal devem ir precedidos pelo símbolo $ e com um máximo de 8 dígitos.

A atribuição a uma variável de uma constante superior ao formato ±6.5, se realizará mediante parâmetros aritméticos, mediante expressões aritméticas, ou então mediante constantes expressas em formato hexadecimal.

Se se deseja atribuir à variável "TIMER" o valor 100000000 se poderá realizar uma das seguintes formas:

```
(TIMER = $5F5E100)
(TIMER = 10000 * 10000)
(P100 = 10000 * 10000)
(TIMER = P100)
```

Se o controle trabalha no sistema métrico (milímetros) a resolução é de décima de micro, programando-se as cifras em formato ±5.4 (positivo ou negativo, com 5 dígitos inteiros e 4 decimais).

Se o controle trabalha em polegadas a resolução é de cem-milésima de micro, programando-se as cifras em formato ±4.5 (positivo ou negativo, com 4 dígitos inteiros e 5 decimais).

Com o objetivo de que resulte mais cô- modo para o programador, este controle admite sempre o formato ±5.5 (positivo ou negativo, com 5 dígitos inteiros e 5 decimais), ajustando convenientemente cada número às unidades de trabalho no momento de ser utilizado.

Símbolos

Os símbolos utilizados dentro da linguagem de alto nível são:

( ) " = + - * / ,

13.2 Variáveis

O CNC possui uma série de variáveis internas que podem ser acessadas desde o programa de usuário, desde o programa do PLC ou pela via DNC. Conforme a sua utilização, estas variáveis se diferenciam em variáveis de leitura e variáveis de leitura-escritura.

O acesso a estas variáveis desde o programa de usuário se realiza com comandos de alto nível. Cada um destas variáveis será feita sua referencia mediante seu mnemônico, que deve escrever-se com maiúsculas.

- Os mnemônicos terminados em *X-C* indicam um conjunto de 9 elementos formados pela correspondente raiz seguida de X, Y, Z, U, V, W, A, B e C.

ORG(X-C) ->	ORGX	ORGY	ORGZ
	ORGU	ORGV	ORGW
	ORGA	ORGB	ORGC

- Os mnemônicos acabados em *n* indicam que as variáveis estão agrupadas em tabelas. Se se deseja acessar um elemento de uma destas tabelas, se indicará o campo da tabela desejada mediante o mnemônico correspondente seguido do elemento desejado.

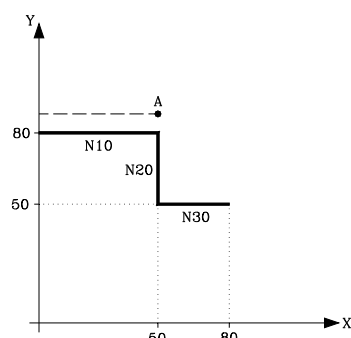
TORn ->	TOR1	TOR3	TOR11

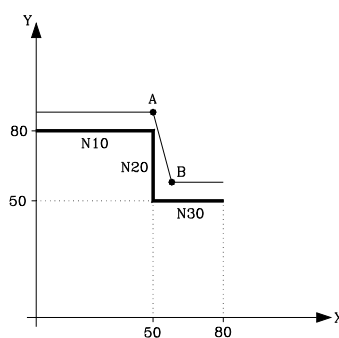
As variáveis e a preparação de blocos

As variáveis que acessam os valores reais do CNC detêm a preparação de blocos. O CNC espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos. Por isso, se deve ter precaução ao utilizar este tipo de variáveis, já que se se intercalam entre blocos de usinagem que trabalhem com compensação se podem obter perfis não desejados.

Exemplo: Leitura de uma variável que detém a preparação de blocos.

Se executam os seguintes blocos de programa num trecho com compensação G41.

```
...
N10 X50 Y80
N15 (P100 = POSX) ; Atribui ao parâmetro P100 o valor da cota real em X.
N20 X50 Y50
N30 X80 Y50
...
```

O bloco N15 detém a preparação de blocos, portanto a execução do bloco N10 finalizará no ponto A.

Depois de finalizada a execução do bloco N15, o CNC continuará a preparação de blocos a partir do bloco N20.

Como o próximo ponto correspondente à trajetória compensada é o ponto "B", o CNC deslocará a ferramenta até o referido ponto, executando a trajetória "A-B".

Como se pode observar a trajetória resultante não é a desejada, por isso que se aconselha evitar a utilização deste tipo de variáveis em trechos que trabalhem com compensação.

13.2.1 Parâmetros ou variáveis de propósito geral

As variáveis de propósito geral, se referenciam mediante a letra "P" seguida de um número inteiro. O CNC possui quatro tipos de variáveis de propósito geral.

Tipo de parâmetro	Classificação
Parâmetros locais	P0-P25
Parâmetros globais	P100-P299
Parâmetros de fabricante	P1000-P1255
Parâmetros OEM (de fabricante)	P2000-P2255

Nos blocos programados em código ISO se permite associar parâmetros a todos os campos G F S T D M e cotas dos eixos. O número de etiqueta de bloco se definirá com valor numérico. Se se utilizam parâmetros nos blocos programados em linguagem de alto nível, estes poderão programar-se dentro de qualquer expressão.

O programador poderá utilizar variáveis de propósito geral ao editar os seus próprios programas. Mais tarde e durante a execução, o CNC substituirá estas variáveis pelos valores que nesse momento tenham atribuídos.

Na programação ...	Na execução ...
GP0 XP1 Z100	G1 X-12.5 Z100
(IF (P100 * P101 EQ P102) GOTO N100)	(IF (2 * 5 EQ 12) GOTO N100)

A utilização destas variáveis de propósito geral, dependerá do tipo de bloco no qual se programem e do canal de execução. Os programas que se executem no canal de usuário poderão conter qualquer parâmetro global, de usuário ou de fabricante, mas não poderão utilizar parâmetros locais.

Tipos de parâmetros aritméticos

Parâmetros locais

Os parâmetros locais somente são acessíveis desde o programa ou sub-rotina, na qual foram programados. Existem sete grupos de parâmetros.

Os parâmetros locais utilizados em linguagem de alto nível poderão ser definidos utilizando a forma anteriormente exposta, ou então utilizando as letras A-Z, excetuando a Ñ, de forma que A é igual a P0 e Z a P25.

O seguinte exemplo mostra estas 2 formas de definição:

```
(IF ((P0+P1)* P2/P3 EQ P4) GOTO N100)
(IF ((A+B)* C/D EQ E) GOTO N100)
```

Se se realiza uma atribuição a parâmetro local utilizando o seu nome (A em vez de P0, por exemplo) e sendo a expressão aritmética uma constante numérica, a instrução se pode abreviar da seguinte forma:

```
(P0=13.7) ==> (A=13.7) ==> (A13.7)
```

Se deve ter cuidado ao utilizar parêntesis, já que não é a mesma coisa M30 que (M30). O CNC interpreta (M30) como uma instrução e ao ser M, outra forma de definir o parâmetro P12, a referida instrução ler-se-á como (P12=30), atribuindo ao parâmetro P12 o valor 30.

Parâmetros globais

Os parâmetros globais são acessíveis desde qualquer programa e sub-rotina chamada desde programa.

Os parâmetros globais podem ser usados pelo usuário, pelo fabricante e pelos ciclos do CNC.

Parâmetros de fabricante

Estes parâmetros são uma ampliação dos parâmetros globais, com a diferença de que não são usados pelos ciclos do CNC.

Parâmetros OEM (de fabricante)

Os parâmetros OEM e as sub-rotinas com parâmetros OEM somente podem utilizar-se nos programas próprios do fabricante; aqueles definidos com o atributo [O]. Para modificar um destes parâmetros nas tabelas, se solicita o password do fabricante.

Uso dos parâmetros aritméticos pelos ciclos

As usinagens multíplices (G60 a G65) e os ciclos fixos de usinagem (G69, G81 a G89) utilizam o sexto nível de sobreposição de parâmetros locais quando se encontram ativos.

Os ciclos fixos de usinagem utilizam o parâmetro global P299 para os seus cálculos internos e os ciclos fixos de apalpador utilizam os parâmetros globais P294 até P299.

Atualização das tabelas de parâmetros aritméticos

O CNC atualizará a tabela de parâmetros depois de elaborar as operações que se indicam no bloco que se encontra em preparação. Esta operação se realiza sempre antes da execução do bloco, por isso, os valores mostrados na tabela não necessitam corresponder com os do bloco em execução.

Se se abandona o modo de execução depois de interromper a execução do programa, o CNC atualizará as tabelas de parâmetros com os valores correspondentes ao bloco que se encontrava em execução.

Quando se acessa à tabela de parâmetros locais e parâmetros globais o valor atribuído a cada parâmetro pode estar expresso em notação decimal (4127.423) ou em notação científica (0.23476 E-3).

Parâmetros aritméticos nas sub-rotinas

O CNC possui instruções de alto nível que permitem definir e utilizar sub-rotinas que podem ser chamadas desde um programa principal, ou desde outra sub-rotina, podendo ao mesmo tempo, chamar desta a uma segunda, da segunda a uma terceira, etc. O CNC limita estas chamadas, permitindo-se até o máximo de 15 níveis de sobreposição.

Se permite atribuir 26 parâmetros locais (P0-P25) a uma sub-rotina. Estes parâmetros, que serão desconhecidos para os blocos externos à sub-rotina, poderão ser referenciados pelos blocos que formam a mesma.

O CNC permite atribuir parâmetros locais a mais de uma sub-rotina, podendo existir um máximo de 6 níveis de sobreposição de parâmetros locais, dentro dos 15 níveis de sobreposição de sub-rotinas.

13.2.2 Variáveis associadas às ferramentas

Estas variáveis estão associadas à tabela de corretores, tabela de ferramentas e tabela de magazine de ferramentas, por isso que os valores que se vão atribuir ou se vão ler dos referidos campos, cumprirão os formatos estabelecidos para as referidas tabelas.

Tabela de Corretores

O valor do raio (R), comprimento (L) e corretores de desgaste (I, K) da ferramenta vêm dados nas unidades ativas.

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Tabela de ferramentas

O número de corretor será um número inteiro entre 0 e 255. O número máximo de corretores está limitado pelo p.m.g. NTOFFSET.

O código de família será um número entre 0 e 255.

0 até 199	se se trata de uma ferramenta normal.
200 até 255	se se trata de uma ferramenta especial.

A vida nominal virá expressada em minutos ou operações (0··65535).

A vida nominal virá expressada em centésimas de minuto (0··9999999) ou operações (0··999999).

Tabela de magazine de ferramentas

Cada posição do magazine se representa da seguinte maneira.

1··255	Número de ferramenta.
0	A posição de magazine se encontra vazia.
-1	A posição de magazine foi anulada.

A posição da ferramenta no magazine representa-se da seguinte maneira.

1··255	Número de posição.
0	A ferramenta se encontra no spindle.
-1	Ferramenta não encontrada.
-2	A ferramenta encontra-se na posição de mudança.

Variáveis de leitura

TOOL

Devolve o número da ferramenta ativa.

```
(P100=TOOL)
    Atribui ao parâmetro P100 o número da ferramenta ativa.
```

TOD

Devolve o número do corretor ativo.

NXTOOL

Devolve o número da ferramenta seguinte, que se encontra selecionada mas pendente da execução de M06 para ser ativada.

NXTOD

Devolve o número do corretor correspondente à ferramenta seguinte, que se encontra selecionada, mas pendente da execução de M06 para ser ativada.

TMZPn

Devolve a posição que ocupa a ferramenta indicada (n) no magazine de ferramentas.

HTOR

A variável HTOR indica o valor do raio da ferramenta que o CNC está utilizando para efetuar os cálculos.

Ao ser uma variável de leitura e escrita desde o CNC e de leitura desde o PLC e DNC, o seu valor pode ser distinto do atribuído na tabela (TOR).

Na ligação, depois de programar uma função T, depois de um RESET ou depois de uma função M30, adquire o valor da tabela (TOR).

Exemplo de programação

Se deseja usinar um perfil com um excesso de 0,5 mm realizando passadas de 0,1 mm com uma ferramenta de raio 10 mm.

Atribuir ao raio de ferramenta o valor:

10,5 mm na tabela e executar o perfil.

10,4 mm na tabela e executar o perfil.

10,3 mm na tabela e executar o perfil.

10,2 mm na tabela e executar o perfil.

10,1 mm na tabela e executar o perfil.

10,0 mm na tabela e executar o perfil.

Entretanto, se durante a usinagem se interrompe o programa ou se produz um reset, a tabela assume o valor do raio atribuído nesse instante (p. Exemplo: 10.2 mm). O seu valor se modificou.

Para evitar esta ação, em lugar de modificar o raio da ferramenta na tabela (TOR), está disponível a variável (HTOR) onde se irá modificando o valor do raio da ferramenta utilizado pelo CNC para efetuar os cálculos.

Ou então, se se produz uma interrupção de programa, o valor do raio da ferramenta atribuído inicialmente na tabela (TOR) será o correto já que não se será modificado.

Variáveis de leitura e escritura

TORn

Na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de raio I do corretor indicado (n).

```
(P110=TOR3)
    Atribui ao parâmetro P110 o valor do raio do corretor ·3·.
(TOR3=P111)
    Atribui ao raio do corretor ·3· o valor do parâmetro P111.
```

TOLn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao comprimento do corretor indicado (n).

TOIn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de raio (I) do corretor indicado (n).

TOKn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de corretores o valor atribuído ao desgaste de comprimento (K) do corretor indicado (n).

TLFDn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o número do corretor da ferramenta indicada (n).

TLFFn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o código de família da ferramenta indicada (n).

TLFNn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o valor atribuído como vida nominal da ferramenta indicada (n).

TLFRn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela de ferramentas o valor que leva de vida real da ferramenta indicada (n).

TMZTn

Esta variável permite ler ou modificar na tabela do magazine de ferramentas o conteúdo da posição indicada (n).

13.2.3 Variáveis associadas aos deslocamentos de origem

Estas variáveis estão associadas aos deslocamentos de origem, e podem corresponder aos valores da tabela ou aos valores que, atualmente, se encontram selecionados mediante a função G92 ou mediante uma pré-seleção realizada em modo manual.

Os deslocamentos de origem possíveis além do deslocamento aditivo indicado pelo PLC, são G54, G55, G56, G57, G58 e G59.

Os valores de cada eixo se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Mesmo que existam variáveis relacionadas a cada eixo, o CNC somente permite as relacionadas aos eixos selecionados no CNC. Desta maneira, se o CNC controla os eixos X, Y, Z, U e B, somente admite no caso de ORG(X-C) as variáveis ORGX, ORGY, ORGZ, ORGU e ORGB.

Variáveis de leitura

ORG(X-C)

Devolve o valor que tem o deslocamento de origem ativo no eixo selecionado. Não se inclui neste valor o deslocamento aditivo indicado pelo PLC ou pelo volante aditivo.

```
(P100=ORGX)
    Atribui ao parâmetro P100 o valor que tem o deslocamento de origem ativo do eixo X.
    O referido valor pôde ser selecionado manualmente, mediante a função G92, ou
    mediante a variável "ORG(X-C)n".
```

PORGF

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem a origem de coordenadas polares, conforme o eixo de abcissas.

PORGS

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem a origem de coordenadas polares, conforme o eixo de ordenadas.

ADIOF(X-C)

Devolve o valor do deslocamento de origem gerado pelo volante aditivo no eixo selecionado.

Variáveis de leitura e escritura

ORG(X-C)n

Esta variável permite ler ou modificar o valor do eixo selecionado na tabela correspondente ao deslocamento de origem indicado n.

```
(P110=ORGX 55)
    Atribui ao parâmetro P110 o valor do eixo X na tabela correspondente ao deslocamento
    de origem G55.
(ORGY 54=P111)
    Atribui ao eixo Y na tabela correspondente ao deslocamento de origem G54 o parâmetro
    P111.
```

PLCOF(X-C)

Esta variável permite ler ou modificar o valor do eixo selecionado na tabela de deslocamentos de origem aditivo indicado pelo PLC.

Se se acessa a alguma das variáveis PLCOF(X-C) se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

13.2.4 Variáveis associadas à função G49

A função G49 permite definir uma transformação de coordenadas ou, dito por outras palavras, o plano inclinado resultante da referida transformação.

Os valores de cada eixo se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Variáveis associadas à definição da função G49.

ORGROX **ORGROY** **ORGROZ**

Cota em X do novo zero peça com respeito ao zero máquina.

Cota em Y do novo zero peça com respeito ao zero máquina.

Cota em Z do novo zero peça com respeito ao zero máquina.

ORGROA **ORGROB** **ORGROC** **ORGROI**
ORGROJ **ORGROK** **ORGROQ** **ORGROR**
ORGROS

Valor atribuído ao parâmetro A.

Valor atribuído ao parâmetro B.

Valor atribuído ao parâmetro C.

Valor atribuído ao parâmetro I.

Valor atribuído ao parâmetro J.

Valor atribuído ao parâmetro K.

Valor atribuído ao parâmetro Q.

Valor atribuído ao parâmetro R.

Valor atribuído ao parâmetro S.

GTRATY

Tipo de G49 programado.

0 = não há G49 definida.

1 = Tipo G49 X Y Z A B C

2 = Tipo G49 X Y Z Q R S

3 = Tipo G49 T X Y Z S

4 = Tipo G49 X Y Z I J K R S

Todas as vezes que se programa a função G49, o CNC atualiza os valores dos parâmetros que se definiram.

Por exemplo, se se programa G49 XYZ ABC o CNC atualiza as variáveis.

ORGROX, ORGROY, ORGROZ

ORGROA, ORGROB, ORGROC

O resto das variáveis mantêm o valor anterior.

Variáveis de leitura e escritura que atualiza o CNC depois de executada a função G49.

Se se acessa às variáveis TOOROF ou TOOROS se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

Sempre que se possua um spindle ortogonal, esférico ou angular, parâmetro de máquina geral "XFORM (P93)" com valor 2 ou 3, o CNC mostra a seguinte informação:

TOOROF

Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo principal da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado.

TOOROS

Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo secundário da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado.

13.2.5 Variáveis associadas aos parâmetros de máquina

Estas variáveis associadas aos parâmetros de máquina são de leitura. Estas variáveis poderão ser de leitura e escritura quando se executem dentro de um programa ou sub-rotina de fabricante.

Para conhecer o formato dos valores devolvidos é conveniente consultar o manual de instalação e arranque inicial. Aos parâmetros que se definem mediante YES/NO, +/- e ON/OFF correspondem os valores 1/0.

Os valores que se referem a cotas e avanços se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Modificar os parâmetros de máquina desde um programa/sub-rotina de fabricante

Estas variáveis poderão ser de leitura e escritura quando se executem dentro de um programa ou sub-rotina de fabricante. Neste caso, mediante estas variáveis se pode modificar o valor de alguns parâmetros de máquina. Consultar no manual de instalação a lista de parâmetros de máquina que se podem modificar.

Para poder modificar estes parâmetros desde o PLC, tem que executar mediante o comando CNCEX uma sub-rotina de fabricante com as variáveis correspondentes.

Variáveis de leitura

MPGn

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina geral (n).

```
(P110=MPG8)
    Atribui ao parâmetro P110 o valor do parâmetro de máquina geral P8 "INCHES"; se
    milímetros P110=0 e se polegadas P110=1.
```

MP(X-C)n

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) do eixo indicado (X-C).

```
(P110=MPY 1)
    Atribui ao parâmetro P110 o valor do parâmetro de máquina P1 do eixo Y "DFORMAT".
```

MPSn

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) da árvore principal.

MPSSn

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) do segundo spindle.

MPASn

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) da árvore auxiliar.

MPLCn

Devolve o valor que se atribuiu ao parâmetro de máquina (n) do PLC.

13.2.6 Variáveis associadas das zonas de trabalho.

Estas variáveis associadas das zonas de trabalho somente são de leitura.

Os valores dos limites aparecem nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

O estado das zonas de trabalho vem definido pelo seguinte código:

0 = Desabilitada.

1 = Habilitada como zona de não entrada.

2 = Habilitada como zona de não saída.

Variáveis de leitura

FZONE

Devolve o estado da zona de trabalho 1.

FZLO(X-C) FZUP(X-C)

Limite inferior da zona 1 conforme o eixo selecionado (X-C).

Limite superior da zona 1 conforme o eixo selecionado (X-C).

```
(P100=FZONE)      ; Atribui ao parâmetro P100 o estado da zona de trabalho 1.
(P101=FZOLOX)     ; Atribui ao parâmetro P101 o limite inferior da zona 1.
(P102=FZUPZ)      ; Atribui ao parâmetro P102 o limite superior da zona 1.
```

SZONE SZLO(X-C) SZUP(X-C)

Estado da zona de trabalho 2.

Limite inferior da zona 2 conforme o eixo selecionado (X-C).

Limite superior da zona 2 conforme o eixo selecionado (X-C).

TZONE TZLO(X-C) TZUP(X-C)

Estado da zona de trabalho 3.

Limite inferior da zona 3 conforme o eixo selecionado (X-C).

Limite superior da zona 3 conforme o eixo selecionado (X-C).

FOZONE FOZLO(X-C) FOZUP(X-C)

Estado da zona de trabalho 4.

Limite inferior da zona 4 conforme o eixo selecionado (X-C).

Limite superior da zona 4 conforme o eixo selecionado (X-C).

FIZONE FIZLO(X-C) FIZUP(X-C)

Estado da zona de trabalho 5.

Limite inferior da zona 5 conforme o eixo selecionado (X-C).

Limite superior da zona 5 conforme o eixo selecionado (X-C).

13.2.7 Variáveis associadas aos avanços

Variáveis de leitura associadas ao avanço real

FREAL

Devolve o avanço real do CNC. Em mm/minuto ou polegadas/minuto.

```
(P100=FREAL)
    Atribui ao parâmetro P100 o avanço real do CNC.
```

FREAL(X-C)

Devolve o avanço real do CNC no eixo selecionado.

FTEO(X-C)

Devolve o avanço teórico do CNC no eixo selecionado.

Variáveis de leitura associadas à função G94

FEED

Devolve o avanço que se encontra selecionado no CNC mediante a função G94. Em mm/minuto ou polegadas/minuto.

Este avanço pode ser indicado pelo programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado pelo DNC e o menos prioritário o indicado pelo programa.

DNCF

Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCF

Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGF

Devolve o avanço, em mm/minuto ou polegadas/minuto, que se encontra selecionado por programa.

Variáveis de leitura associadas à função G95

FPREV

Devolve o avanço que se encontra selecionado no CNC mediante a função G95. Em mm/rotação ou polegadas/rotação.

Este avanço pode ser indicado pelo programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado pelo DNC e o menos prioritário o indicado pelo programa.

DNCFPR

Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCFPR

Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGFPR

Devolve o avanço, em mm/revolução ou polegadas/revolução, que se encontre selecionado por programa.

Variáveis de leitura associadas à função G32

PRGFIN

Devolve o avanço selecionado por programa, em 1/min.

Além disso, o CNC mostrará na variável FEED, associada à função G94, o avanço resultante em mm/min ou polegadas/minuto.

Variáveis de leitura associadas à override

FRO

Devolve o override (%) do avanço que se encontra selecionado no CNC. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXFOVR" (máximo 255).

Esta percentagem do avanço pode ser indicada por programa, pelo PLC, pelo DNC ou desde o painel frontal, selecionando CNC um deles, sendo a ordem de prioridade (de maior a menor): por programa, por DNC, por PLC e desde o comutador.

DNCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado no DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado no PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

CNCFRO

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionada desde o comutador.

PLCCFR

Devolve a percentagem do avanço que se encontra selecionado para o canal de execução do PLC.

Variáveis de leitura e escritura associadas à override

PRGFRO

Esta variável permite ler ou modificar a percentagem do avanço que se encontra selecionado por programa. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXFOVR" (máximo 255). Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

```
(P110=PRGFRO)
    Atribui ao parâmetro P110 a percentagem do avanço que se encontra selecionado por
    programa.
(PRGFRO=P111)
    Atribui à percentagem do avanço selecionado por programa o valor do parâmetro P111.
```

13.2.8 Variáveis associadas às cotas

Os valores das cotas de cada eixo se expressam nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

Se eixo rotativo em graus (entre ±99999.9999).

Variáveis de leitura

Se se acessa a alguma das variáveis POS(X-C), TPOS(X-C), APOS(X-C), ATPOS(X-C), DPOS(X-C), FLWE(X-C), DEFLEX, DEFLEY ou DEFLEZ, se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

PPOS(X-C)

Devolve a cota teórica programada do eixo selecionado.

```
(P110=PPOSX)
    Devolve ao parâmetro P100 a cota teórica programada do eixo X.
```

POS(X-C)

Devolve a cota real da base da ferramenta, com referência ao zero máquina, do eixo selecionado.

Nos eixos rotativos sem limites esta variável leva em consideração o valor do deslocamento ativo. Os valores da variável estão compreendidos entre o deslocamento ativo e ±360º (ORG* ± 360º).

Se ORG* = 20º visualiza entre 20º e 380º / visualiza entre -340º e 20º.

Se ORG* = -60º visualiza entre -60º e 300º / visualiza entre -420º e -60º.

TPOS(X-C)

Devolve a cota teórica (cota real + erro de seguimento) da base da ferramenta, com referência ao zero máquina, do eixo selecionado.

Nos eixos rotativos sem limites esta variável leva em consideração o valor do deslocamento ativo. Os valores da variável estão compreendidos entre o deslocamento ativo e ±360º (ORG* ± 360º).

Se ORG* = 20º visualiza entre 20º e 380º / visualiza entre -340º e 20º.

Se ORG* = -60º visualiza entre -60º e 300º / visualiza entre -420º e -60º.

APOS(X-C)

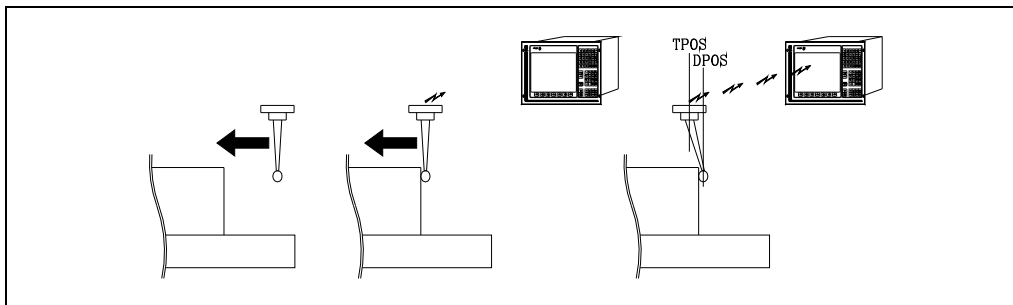
Devolve a cota real da base da ferramenta, com referência ao zero peça, do eixo selecionado.

ATPOS(X-C)

Devolve a cota teórica (cota real + erro de seguimento) da base da ferramenta, com referência ao zero peça, do eixo selecionado.

DPOS(X-C)

O CNC atualiza esta variável sempre que se efetuam operações de apalpamento, funções G75, G76 e ciclos de apalpador PROBE, DIGIT.

Quando a comunicação entre o apalpador digital e o CNC se efetua mediante raios infravermelhos pode existir um retardo de milissegundos desde o momento de apalpamento até que o CNC receba o sinal.

Mesmo que o apalpador continue o seu deslocamento até que o CNC receba o sinal de apalpamento, o CNC leva em consideração o valor atribuído ao parâmetro de máquina general PRODEL e proporciona a seguinte informação nas variáveis TPOS(X-C) e DPOS(X-C).

TPOS(X-C) Posição real que ocupa o apalpador quando se recebe o sinal de apalpamento.

DPOS(X-C) Cota teórica que ocupava o apalpador quando se efetuou o apalpamento.

FLWE(X-C)

Devolve o erro de seguimento do eixo selecionado.

DEFLEX DEFLEY DEFLEZ

Devolvem a deflexão que possui, nesse momento, a sonda SP2 de Renishaw em cada um dos eixos X, Y, Z.

DPLY(X-C)

Devolve a cota representada na tela para o eixo selecionado.

DRPO(X-C)

Devolve a Posição que indica o regulador Sercos do eixo selecionado (variável PV51 ou PV53 do regulador).

GPOS(X-C)n p

Cota programada para um determinado eixo, no bloco (n) do programa (p) indicado.

```
(P80=GPOSX N99 P100)
```
Atribui ao parâmetro P88 o valor da cota programada para o eixo X no bloco com etiqueta N99 e que se encontra no programa P100.

Somente se podem consultar programas que se encontram na memória RAM do CNC.

Se o programa ou bloco definido não existe, se mostrará o erro correspondente. Se no bloco não se encontra programado o eixo solicitado, se devolve o valor 100000.0000.

Variáveis de leitura e escritura

DIST(X-C)

Estas variáveis permitem ler ou modificar a distância percorrida pelo eixo selecionado. Este valor, que é cumulativo, é muito útil quando se deseja realizar uma operação que depende do percurso realizado pelos eixos, por exemplo a lubrificação dos mesmos.

```
(P110=DISTX)
    Devolve ao parâmetro P110 a distância percorrida pelo eixo X.
(DISTX=P111)
    Inicializa a variável que indica a distância percorrida pelo eixo Z com o valor do parâmetro
    P111.
```

Se se acessa a alguma das variáveis DIST(X-C) se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

LIMPL(X-C) LIMMI(X-C)

Estas variáveis permitem fixar um segundo limite de percurso para cada um dos eixos, LIMPL para o superior e LIMMI para o inferior.

Como a ativação e desativação dos segundos limites é realizada pelo PLC, mediante a entrada lógica geral ACTLIM2 (M5052), além de definir os limites, executa uma função auxiliar M para que lhe seja comunicada.

Também se recomenda executar a função G4 depois da mudança, para que o CNC execute os blocos seguintes com os novos limites.

O segundo limite de percurso será levado em consideração quando se definiu o primeiro, mediante os parâmetros de máquina de eixos LIMIT+ (P5) e LIMIT- (P6).

13.2.9 Variáveis associadas aos volantes eletrónicos.

Variáveis de leitura

HANPF **HANPS** **HANPT** **HANPFO**

Devolvem os pulsos do primeiro (HANPF), segundo (HANPS), terceiro (HANPT) ou quarto (HANPFO) volante que foram recebidos desde que se ligou o CNC. Não tem problema se o volante está conectado às entradas de medição ou às entradas do PLC.

HANDSE

Em volantes com botão seletor de eixos, indica se foi pulsado o referido botão. Se tem o valor 0 significa que não se foi pulsado.

HANFCT

Devolve o fator de multiplicação fixado desde o PLC para cada volante.

Se deve utilizar quando se possui vários volantes eletrónicos ou dispondo de um único volante, se deseja aplicar diferentes fatores de multiplicação (x1, x10, x100) a cada eixo.

<table>
<tr><th colspan="3">C</th><th colspan="3">B</th><th colspan="3">A</th><th colspan="3">W</th><th colspan="3">V</th><th colspan="3">U</th><th colspan="3">Z</th><th colspan="3">Y</th><th colspan="3">X</th><th></th></tr>
<tr><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>lsb</td></tr>
</table>

Depois de posicionado o comutador numa das posições do volante, o CNC consulta esta variável e em função dos valores atribuídos aos bits (c b a) de cada eixo aplica o fator multiplicador selecionado para cada um deles.

c	b	a	
0	0	0	O indicado no comutador do painel de comando ou teclado
0	0	1	Fator x1
0	1	0	Fator x10
1	0	0	Fator x100

Se num eixo existe mais de um bit a 1, se leva em consideração o bit de menor peso. Assim:

c	b	a	
1	1	1	Fator x1
1	1	0	Fator x10

Na tela se mostra sempre o valor selecionado no comutador.

HBEVAR

Se deve utilizar quando se possui o volante Fagor HBE.

Indica se a contagem do volante HBE está habilitado, o eixo que se deseja deslocar e o fator de multiplicação (x1, x10, x100).

<table>
<tr><th></th><th colspan="3"></th><th colspan="3">C</th><th colspan="3">B</th><th colspan="3">A</th><th colspan="3">W</th><th colspan="3">V</th><th colspan="3">U</th><th colspan="3">Z</th><th colspan="3">Y</th><th colspan="3">X</th><th></th></tr>
<tr><td>*</td><td>^</td><td></td><td></td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>c</td><td>b</td><td>a</td><td>lsb</td></tr>
</table>

(*) Indica se se leva em consideração a contagem do volante HBE em modo manual.

0 = Não se leva em consideração.

1 = Se se leva em consideração.

(^) Indica, quando a máquina possui um volante geral e volantes individuais (associados a um eixo), qual o volante que tem preferência quando ambos os volantes se movem ao mesmo tempo.

0 = Tem preferência o volante individual. O eixo correspondente não leva em consideração os pulsos do volante geral, o resto de eixos sim.

1 = Tem preferência o volante individual. Não leva em consideração os pulsos do volante individual.

(a, b, c) Indicam o eixo que se deseja deslocar e o fator multiplicador selecionado.

c	b	a	
0	0	0	O indicado no comutador do painel de comando ou teclado
0	0	1	Fator x1
0	1	0	Fator x10
1	0	0	Fator x100

Se existem vários eixos selecionados, se leva em consideração a seguinte ordem de prioridade: X, Y, Z, U, V, W, A, B, C.

Se num eixo existe mais de um bit a 1, se leva em consideração o bit de menor peso. Assim:

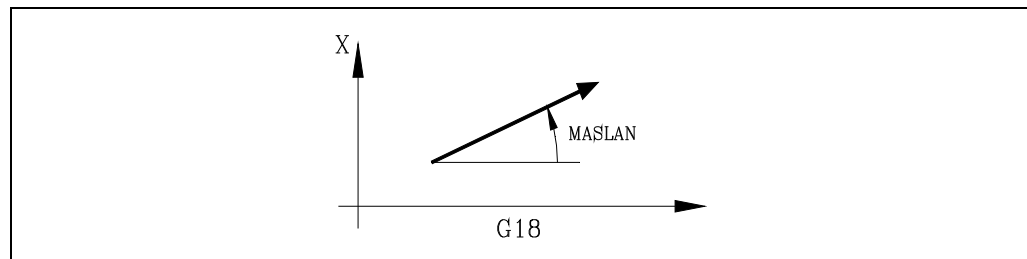
c	b	a	
1	1	1	Fator x1
1	1	0	Fator x10

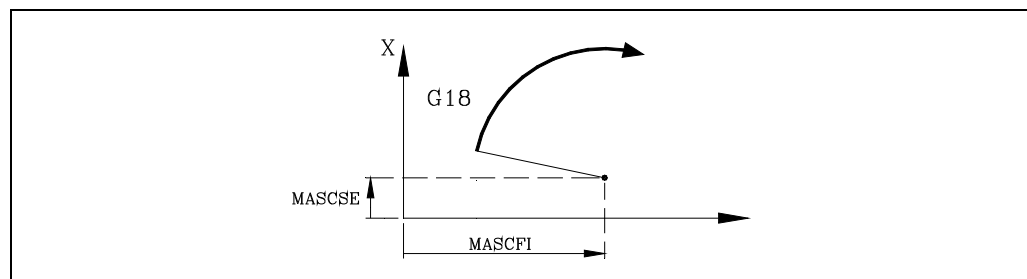
O volante HBE tem prioridade. Isto é, independentemente do modo selecionado no comutador do CNC (JOG continuo, incremental, volante) se define HBEVAR diferente de 0, o CNC passa a trabalhar em modo volante.

Mostra o eixo selecionado em modo inverso e o fator multiplicador selecionado por PLC. Quando a variável HBEVAR se põe a 0 volta a mostrar o modo selecionado no comutador.

Variáveis de leitura e escritura

MASLAN

Se deve utilizar quando está selecionado o volante trajetória ou o jog trajetória. Indica o ângulo da trajetória linear.

MASCFI MASCSE

Se devem utilizar quando está selecionado o volante trajetória ou o jog trajetória. Nas trajetórias em arco, indicam as cotas do centro do arco.

13.2.10 Variáveis associadas à medição

ASIN(X-C)

Sinal A da captação senoidal do CNC para o eixo X-C.

BSIN(X-C)

Sinal B da captação senoidal do CNC para o eixo X-C.

ASINS

Sinal A da captação senoidal do CNC para o spindle.

BSINS

Sinal B da captação senoidal do CNC para o spindle.

SASINS

Sinal A da captação senoidal do CNC para o segundo spindle.

SBSINS

Sinal B da captação senoidal do CNC para o segundo spindle.

13.2.11 Variáveis associadas ao spindle

Nestas variáveis associadas à árvore principal, os valores das velocidades vêm dados em rotações por minuto e os valores do override da árvore principal vêm dados por números inteiros entre 0 e 255.

Algumas variáveis detêm a preparação de blocos se é indicado em cada uma e se espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Variáveis de leitura

SREAL

Devolve a velocidade de rotação real da árvore principal em rotações por minuto. Se detém a preparação de blocos.

```
(P100=SREAL)
    Atribui ao parâmetro P100 a velocidade de rotação real da árvore principal.
```

FTEOS

Devolve a velocidade de rotação teórica da árvore principal.

SPEED

Devolve, em rotações por minuto, a velocidade de rotações da árvore principal que se encontra selecionada no CNC.

Esta velocidade de rotação pode ser indicada por programa, pelo PLC ou pelo DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

DNCS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por programa.

SSO

Devolve o override (%) da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no CNC. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255).

Esta percentagem da velocidade de rotação da árvore principal pode ser indicada por programa, pelo PLC, pelo DNC ou desde o painel frontal, selecionando CNC um deles, sendo a ordem de prioridade (de maior a menor): por programa, por DNC, por PLC e desde o painel frontal.

DNCSSO

Devolve o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCSSO

Devolve o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada no PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

CNCSSO

Devolve a percentagem da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada desde o painel frontal.

SLIMIT

Devolve, em rotações por minuto, o valor no qual está fixado o limite de velocidade de rotação da árvore principal no CNC.

Este limite pode ser indicado por programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

DNCSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PLCSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

PRGSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da árvore principal, em rotações por minuto, selecionada por programa.

MDISL

Máxima velocidade do spindle para a usinagem. Esta variável também se atualiza quando se programa a função G92 desde MDI.

POSS

Devolve a posição real da árvore principal. O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°. Se detém a preparação de blocos.

RPOSS

Devolve a posição real da árvore principal. Seu valor é dado em décimos de milésimos de grau (entre -360º e 360º). Se detém a preparação de blocos.

TPOSS

Devolve a posição teórica da árvore principal (cota real + erro de seguimento). O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°. Se detém a preparação de blocos.

RTPOSS

Devolve a posição teórica da árvore principal (cota real + erro de seguimento) no módulo 360º. O seu valor vem imposto entre 0 e 360º. Se detém a preparação de blocos.

DRPOS

Posição que indica o regulador Sercos da árvore principal.

PRGSP

Posição programada em M19 por programa para o spindle principal. Esta variável é de leitura desde o CNC, DNC e PLC.

FLWES

Devolve em graus (entre ±99999.9999) o erro de seguimento da árvore principal. Se detém a preparação de blocos.

SYNCER

Devolve, em graus (entre ±99999.9999), o erro com que a segunda árvore segue à principal quando estão sincronizados em posição.

PRGSSO

Esta variável permite ler ou modificar o percentual da velocidade de rotação da árvore principal que se encontra selecionada por programa. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255). Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

```
(P110=PRGSSO)
    Atribui ao parâmetro P110 a percentagem da velocidade de rotação da árvore principal
    que se encontra selecionada por programa.
(PRGSSO=P111)
    Atribui à percentagem da velocidade de rotação da árvore principal selecionada por
    programa o valor do parâmetro P111.
```

13.2.12 Variáveis associadas ao segunda árvore

Nestas variáveis associadas ao segunda árvore, os valores das velocidades vêm dados em rotações por minuto e os valores do override do segundo spindle vêm dados por números inteiros entre 0 e 255.

Variáveis de leitura

SSREAL

Devolve a velocidade de rotação real do segundo spindle em rotações por minuto.

```
(P100=SSREAL)
   Atribui ao parâmetro P100 a velocidade de rotação real da segunda árvore.
```

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

SFTEOS

Devolve a velocidade de rotação teórica do segundo spindle.

SSPEED

Devolve, em rotações por minuto, a velocidade de rotações do segundo spindle que se encontra selecionado no CNC.

Esta velocidade de rotação pode ser indicada por programa, pelo PLC ou pelo DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

SDNCS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SPLCS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SPRGS

Devolve a velocidade de rotação, em rotações por minuto, selecionada por programa.

SSSO

Devolve o override (%) da velocidade de rotação do segundo spindle que se encontra selecionado no CNC. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255).

Esta percentagem da velocidade de rotação do segundo spindle pode ser indicada por programa, pelo PLC, pelo DNC ou desde o painel frontal, selecionando CNC um deles, sendo a ordem de prioridade (de maior a menor): por programa, por DNC, por PLC e desde o painel frontal.

SDNCSO

Devolve o percentual da velocidade de rotação da segunda árvore que se encontra selecionada no DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SPLCSO

Devolve o percentual da velocidade de rotação da segunda árvore que se encontra selecionada no PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SCNCSO

Devolve a percentagem da velocidade de rotação da segunda árvore que se encontra selecionada desde o painel frontal.

SSLIMI

Devolve, em rotações por minuto, o valor no qual está fixado o limite de velocidade de rotação da segunda árvore no CNC.

Este limite pode ser indicado por programa, pelo PLC ou por DNC, selecionando o CNC um deles, sendo o mais prioritário o indicado por DNC e o menos prioritário o indicado por programa.

SDNCSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da segunda árvore, em rotações por minuto, selecionada por DNC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SPLCSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da segunda árvore, em rotações por minuto, selecionada por PLC. Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

SPRGSL

Devolve o limite da velocidade de rotação da segunda árvore, em rotações por minuto, selecionada por programa.

SPOSS

Devolve a posição real da segunda árvore. O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°.

SRPOSS

Devolve a posição real da segunda árvore. Seu valor é dado em décimos de milésimos de grau (entre -360º e 360º).

STPOSS

Devolve a posição teórica da segunda árvore (cota real + erro de seguimento). O seu valor vem imposto entre ±99999.9999°.

SRTPOS

Devolve a posição teórica da segunda árvore (cota real + erro de seguimento) no módulo 360º. O seu valor vem imposto entre 0 e 360º.

SDRPOS

Posição que indica o regulador Sercos do segundo spindle.

SPRGSP

Posição programada em M19 por programa para o segundo spindle. Esta variável é de leitura desde o CNC, DNC e PLC.

SFLWES

Devolve em graus (entre ±99999.9999) o erro de seguimento da segunda árvore.

Se se acessa a alguma das variáveis SPOSS, SRPOSS, STPOSS, SRTPOSS ou SFLWES se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

Variáveis de leitura e escritura

SPRGSO

Esta variável permite ler ou modificar o percentual da velocidade de rotação da segunda árvore que se encontra selecionada por programa. Será dado por um número inteiro entre 0 e "MAXSOVR" (máximo 255). Se tem o valor 0 significa que não se encontra selecionado.

```
(P110=SPRGSO)
    Atribui ao parâmetro P110 a percentagem da velocidade de rotação da segunda árvore
    que se encontra selecionada por programa.
(SPRGSO=P111)
    Atribui à percentagem da velocidade de rotação da segunda árvore selecionada por
    programa o valor do parâmetro P111.
```

13.2.13 Variáveis associadas à ferramenta motorizada

Variáveis de leitura

ASPROG

Debe ser utilizada dentro da sub-rotina associada à função M45.

Devolve as rotações por minuto programadas em M45 S. Quando se programa somente M45 a variável toma o valor 0.

A variável ASPROG se atualiza justamente, antes de executar a função M45, de forma que esteja atualizada ao executar a sub-rotina associada.

13.2.14 Variáveis associadas ao autômato

Se deverá levar em consideração que o autômato possui os seguintes recursos:

(I1 até I512)	Entradas.
(O1 até O512)	Saídas.
(M1 até M5957)	Marcas.
(R1 até R499)	Registros de 32 bits cada um.
(T1 até T512)	Temporizadores com uma conta do temporizador em 32 bits.
(C1 até C256)	Contadores com uma conta do contador em 32 bits.

Se se acessa a qualquer variável que permite ler ou modificar o estado de um recurso do PLC (I, O, M, R, T, C), se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute para começar novamente a preparação de blocos.

Variáveis de leitura

PLCMSG

Devolve o número da mensagem de autômato mais prioritário que se encontre ativo, coincidirá com o visualizado na tela (1··128). Se não tem nenhum devolve 0.

```
(P110=PLCMSG)
    Devolve o número de mensagem de autômato mais prioritário que se encontra ativo.
```

Variáveis de leitura e escritura

PLCIn

Esta variável permite ler ou modificar 32 entradas do autômato a partir da indicada (n).

Não se poderá modificar o valor das entradas que utiliza o armário elétrico, já que o seu valor está imposto pelo mesmo. Entretanto, se poderá modificar o estado do resto das entradas.

PLCOn

Esta variável permite ler ou modificar 32 saídas do autômato a partir da indicada (n).

```
(P110=PLCO 22)
    Atribui ao parâmetro P110 o valor das saídas O22 até O53 (32 saídas) do PLC.
(PLCO 22=$F)
    Atribui às saídas O22 a O25 o valor 1 e às saídas O26 a O53 o valor 0.
```

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	...	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	....	0	0	1	1	1	1
Saída	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	....	27	26	25	24	23	22

PLCMn

Esta variável permite ler ou modificar 32 marcas do autômato a partir da indicada (n).

PLCRn

Esta variável permite ler ou modificar o estado dos 32 bits do registro indicado (n).

PLCTn

Esta variável permite ler ou modificar a conta do temporizador indicado (n).

PLCCn

Esta variável permite ler ou modificar a conta do contador indicado (n).

PLCMMn

Esta variável permite ler ou modificar a marca (n) do autômato.

```
(PLMM4=1)
    Coloca no ·1· a marca M4 e deixa o resto como estiver.
(PLCM4=1)
    Coloca no ·1· a marca M4 e no ·0· as 31 seguintes (M5 a M35).
```

13.2.15 Variáveis associadas aos parâmetros locais

O CNC permite atribuir 26 parâmetros locais (P0-P25) a uma sub-rotina, mediante o uso das instruções PCALL e MCALL. Estas instruções além de executar a sub-rotina desejada permitem inicializar os parâmetros locais da mesma.

Variáveis de leitura

CALLP

Permite conhecer que parâmetros locais foram definidos e quais não, na chamada à sub-rotina mediante a instrução PCALL ou MCALL.

A informação será dada nos 26 bits menos significativos (bits 0··25), correspondendo cada um deles ao parâmetro local do mesmo número, desta maneira, o bit 12 corresponde ao P12.

Cada bit indicará se foi definido (=1) o parâmetro local correspondente ou não (=0).

Bit	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	...	5	4	3	2	1	0
	0	0	0	0	0	0	*	*	*	*	...	*	*	*	*	*	*

Exemplo:

```
; Chamada à sub-rotina 20.
(PCALL 20, P0=20, P2=3, P3=5)
...
...
; Inicio da sub-rotina 20.
(SUB 20)
(P100 = CALLP)
...
...
```

No parâmetro P100 se obterá:

0000	0000	0000	0000	0000	0000	0000	1101	LSB

13.2.16 Variáveis Sercos.

Se utilizam no transvase de informação, via Sercos, entre o CNC e os reguladores.

Variáveis de leitura

TSVAR(X-C) **TSVARS** **TSSVAR**

Devolve o terceiro atributo da variável Sercos correspondente ao "identificador". O terceiro atributo se utiliza em determinadas aplicações software e a sua informação vem codificada conforme a norma Sercos.

TSVAR(X-C)	identificador	... Para os eixos.
TSVARS	identificador	... para o spindle principal.
TSSVAR	identificador	... para o segundo spindle.

```
(P110=SVARX 40)
    Atribui ao parâmetro P110 o terceiro atributo da variável Sercos do identificador 40 do
    eixo X, que corresponde a "VelocityFeedback".
```

Variáveis de escrita

SETGE(X-C) **SETGES** **SSETGS**

O regulador pode dispor até 8 gamas de trabalho o redutores (0 até 7). Identificador Sercos 218, GearRatioPreselection.

Da mesma maneira, pode dispor até 8 conjuntos de parâmetros (0 até 7). Identificador Sercos 217, GearRatioPreselection.

Estas variáveis permitem modificar a gama de trabalho e o conjunto de parâmetros de cada um dos reguladores.

SETGE(X-C)	... Para os eixos.
SETGES	... para o spindle principal.
SSETGS	... para o segundo spindle.

Nos 4 bits de menor peso destas variáveis se deve indicar a gama de trabalho e nos 4 bits de maior peso o conjunto de parâmetros que se deseja selecionar.

Variáveis de leitura e escritura

SVAR(X-C) **SVARS** **SSVARS**

Permitem ler ou modificar o valor da variável Sercos correspondente ao "identificador" do "eixo".

SVAR(X-C)	identificador	... Para os eixos.
SVARS	identificador	... para o spindle principal.
SSVARS	identificador	... para o segundo spindle.

13.2.17 Variáveis de configuração do software e hardware.

Variáveis de leitura

HARCON

Indica, mediante bits, a configuração Hardware do CNC. O bit terá o valor 1 quando a configuração correspondente está disponível.

Modelo CNC8055:

Bit	Significado	
4,3,2,1	0000 0010	Modelo 8055 FL. Modelo 8055 Power.
5	Ethernet integrada na placa CPU.	
6	Módulo Sercos na placa manager.	
7	Módulo de eixos.	
10,9,8	001 010 011 100	Um módulo de I/Os. Dois módulos de I/Os. Três módulos de I/Os. Quatro módulos de I/Os.
14	Possui vídeo analógico.	
15	Possui CAN integrada na placa CPU.	
18,17,16	Tipo de teclado (serviço de assistência técnica).	
20,19	Tipo de CPU (serviço de assistência técnica).	
23,22,21	1xx	CPU PPC5200.
26,25,24	000 001	Monitor LCD cor. Monitor LCD monocromo
30	Conector Ethernet integrado na CPU.	
31	Memória Compact flash (KeyCF).	

Modelo CNC8055i:

Bit	Significado	
4, 3, 2, 1	0100 0110	Modelo 8055i FL. Modelo 8055i Power.
5	Sercos (modelo digital).	
6	Reservado.	
9, 8, 7	000 001 010 011	Não existe placa de expansão. Placa de expansão contagens + I/Os. Placa de expansão somente contagens. Placa de expansão somente I/Os.
	101 110 111	Placa "Eixos 2" para expansão de contagens + I/Os. Placa "Eixos 2" para expansão de somente contagens. Placa "Eixos 2" para expansão de somente I/Os.
10	Placa de eixos com conversor digital analógico de 12 bits (=0), ou de 16 bits (=1).	
12, 11	Reservado.	
14, 13	Reservado.	
15	Possui CAN (módulo digital).	
18,17,16	Tipo de teclado (serviço de assistência técnica).	
20,19	Tipo de CPU (serviço de assistência técnica).	
23,22,21	1xx	CPU PPC5200.
26,25,24	000 001	Monitor LCD cor. Monitor LCD monocromo
30	Ethernet	
31	Memória Compact flash (KeyCF).	

HARCOA

Indica, mediante bits, a configuração Hardware do CNC. O bit terá o valor 1 quando a configuração correspondente está disponível.

Modelo CNC8055:

Bit	Significado
0	Módulo eixos 2.
1	Possui conector para compact flash.
10	A placa de eixos é "Módulo eixos SB" Nota: É necessário que o bit 0 de HARCOA tenha valor 0.

O bit ·1· somente indica se o hardware possui conector para a compact flash não indica se a compact flash está inserida ou não.

Modelo CNC8055i:

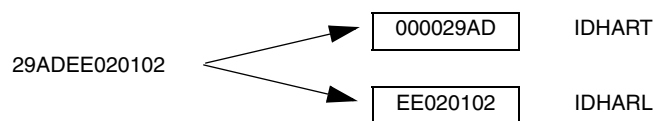
Bit	Significado
0	Placa „Eixos 2“.
1	Possui conector para compact flash.
10	A placa de eixos é "Módulo eixos SB" Nota: É necessário que o bit 0 de HARCOA tenha valor 0.

O bit ·1· somente indica se o hardware possui conector para a compact flash não indica se a compact flash está inserida ou não.

IDHARH **IDHARL**

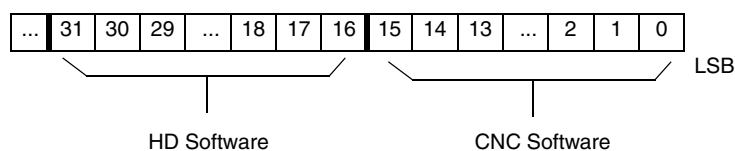
Devolvem, em código BCD, o número de identificação hardware correspondente à KeyCF. É o número que aparece na tela de diagnoses software.

Como o número de identificação tem 12 dígitos, a variável IDHARL mostra os 8 de menor peso e a variável IDHARH os 4 de maior peso.

Exemplo:

SOFCON

Devolvem, o número das versões de software correspondentes ao CNC e ao disco duro.

Os bits 15-0 devolvem a versão de software do CNC (4 dígitos)

Os bits 31-16 devolvem a versão de software do disco duro (HD) (4 dígitos)

Por exemplo, SOFCON 01010311 indica:

Versão de software do disco duro (HD)	0101
Versão de software do CNC	0311

HDMEGA

Devolve o tamanho do disco duro (em megabytes).

KEYIDE

Código do teclado, conforme o sistema de identificação automática.

KEYIDE	CUSTOMY (P92)	Teclado
0	- - -	Teclado semidentificação automática.
130	254	Teclado de fresadora.
131	254	Teclado de torno.
132	254	Teclado coloquial de fresadora.
133	254	Teclado coloquial de torno.
134	254	Teclado modelo educacional.
135	252	Painel de Comando OP.8040/55.ALFA.
136	0	Painel de Comando OP.8040/55. MC.
137	0	Painel de Comando OP.8040/55. TC.
138	0	Painel de Comando OP.8040/55. MCO/TCO.

13.2.18 Variáveis associadas à telediagnose.

Variáveis de leitura

HARSWA **HARSWB**

Devolvem, em 4 bits, a configuração da unidade central valor ·1· quando está presente e valor ·0· em caso contrário. Direção lógica fixada em cada uma das placas mediante os micro comutadores (ver manual de instalação).

HARSWA

Bits	Placa
31 - 28	Sercos grande
27 - 24	I/O 4
23 - 20	I/O 3
19 - 16	I/O 2
15 - 12	I/O 1
11- 8	Eixos
7 -4	
3 - 0 (LSB)	CPU

HARSWB

Bits	Placa
31 - 28	
27 - 24	
23 - 20	Tipo de CAN em COM1
19 - 16	
15 - 12	0 = não há placa CAN 1 - Placa CAN em COM1 2 - Placa CAN em COM2 3 - Placa em ambas COM
11- 8	Sercos pequena
7 -4	
3 - 0 (LSB)	HD

A placa CPU deve estar presente em todas as configurações e personalizada com o valor 0. No resto dos casos, se não há placa devolve o valor 0.

Pode haver placa Sercos de tamanho grande (a que ocupa módulo completo) ou placa pequena que se instala no módulo CPU.

Pode ter dois tipos de placas CAN (valor ·0001· se é do tipo SJ1000 e valor ·0010· se é do tipo OKI9225).

HARTST

Devolve o resultado do teste de hardware. A informação se apresenta nos bits mais baixos, com um 1 se é errônea e com um 0 se é correta ou não existe a placa correspondente.

Bits		
14	Test 24V. del módulo IO4	
13	Temperatura interior	
12	I/O 3	(Tensão da placa)
11	I/O 2	(Tensão da placa)
10	I/O 1	(Tensão da placa)
8	Eixos	(Tensão da placa)
7	+3.3 V	Alimentação
6	GND	Alimentação
5	GNDA	Alimentação
4	- 15 V	Alimentação
3	+ 15 V	Alimentação
2	Pila	Alimentação
1	- 5 V	Alimentação
0 (LSB)	+ 5 V	Alimentação

MEMTST

Devolve o resultado do teste de memória. Cada dado utiliza 4 bits, que estão em 1 se o teste é correto e terá valor diferente de 1 quando há algum erro.

Bits	Teste	Bits	Teste
30	Estado teste:	15 - 12	Sdram
...	...	11- 8	HD
...	...	7 -4	Flash
19 - 16	Caché	3 - 0 (LSB)	Ram

Durante o teste o bit 30 permanece a 1.

NODE

Devolve o número de nodo com que se configurou o CNC dentro do anel Sercos.

VCHECK

Devolve o checksum de código correspondente à versão de software instalada. É o valor que aparece no teste de código.

IONODE

Devolve em 16 bits a posição do comutador "ADDRESS" do CAN das I/Os. Se não está conectado, devolve o valor 0xFFFF.

IOSLOC

Permitem ler o número de I/Os digitais locais disponíveis.

Bit	Significado
0 - 15	Número de entradas.
16 - 31	Número de saídas.

IOSREM

Permitem ler o número de I/Os digitais remotas disponíveis.

Bit	Significado
0 - 15	Número de entradas.
16 - 31	Número de saídas.

13.2.19 Variáveis associadas ao modo de operação

Variáveis de leitura relacionadas com o modo padrão

OPMODE

Devolve o código correspondente ao modo de operação selecionado.

0 = Menu principal.

10 = Execução em modo automático.
11 = Execução em bloco a bloco.
12 = MDI EM EXECUÇÃO.
13 = Inspeção de ferramenta.
14 = Reposição.
15 = Busca de bloco executando G.
16 = Busca de bloco executando G, M, S e T.

20 = Simulação em percurso teórico.
21 = Simulação com funções G.
22 = Simulação com funções G, M, S e T.
23 = Simulação com movimento no plano principal.
24 = Simulação com movimento em rápido.
25 = Simulação em rápido com S=0.

30 = Edição normal.
31 = Edição de usuário.
32 = Edição TEACH-IN.
33 = Editor interativo.
34 = Editor de Perfis.

40 = Movimento em JOG contínuo.
41 = Movimento em JOG incremental.
42 = Movimento com volante eletrónico.
43 = Busca de zero em Manual.
44 = Pré-seleção em MANUAL.
45 = Medição de ferramenta.
46 = MDI EM MANUAL.
47 = Manipulação MANUAL do usuário.

50 = Tabela de Origens.
51 = Tabela de corretores.
52 = Tabela de ferramentas.
53 = Tabela de magazine de ferramentas.
54 = Tabela de parâmetros globais.
55 = Tabelas de parâmetros locais.
56 = Tabela de parâmetros do usuario.
57 = Tabela de parâmetros OEM.

60 = Utilidades.

70 = Estado DNC.
71 = Estado CNC.

80 = Edição dos arquivos do PLC.
81 = Compilação do programa do PLC.
82 = Monitorização do PLC.
83 = Mensagens ativos do PLC.
84 = Páginas ativas do PLC.
85 = Salvar programa do PLC.
86 = Restaurar programa do PLC.
87 = Diagramas de uso do PLC.
88 = Estatísticas do PLC.

90 = Personalização.

100 = Tabela de parâmetros de máquina gerais.
101 = Tabelas de parâmetros de máquina de eixos.
102 = Tabela de parâmetros de máquina da árvore principal.
103 = Tabelas de parâmetros de máquina das linhas série.
104 = Tabela de parâmetros de máquina do PLC.
105 = Tabela de funções M.
106 = Tabelas de compensação de fuso e cruzada.
107 = Tabela de parâmetros de máquina de Ethernet.

110 = Diagnoses: Configuração.
111 = Diagnoses: Teste de hardware.
112 = Diagnoses: Teste de memória RAM.
113 = Diagnoses: Teste de memória flash.
114 = Diagnoses de usuário.
115 = Diagnoses do disco duro (HD).
116 = Teste de geometria do círculo
117 = Osciloscópio.
120 = Autoajuste do DERGAIN.

Variáveis de leitura relacionadas com o modo coloquial (MC, MCO) e modo apto a ser configurado M ([SHIFT]-[ESC]).

Nestes modos de trabalho se aconselha utilizar as variáveis OPMODA, OPMODB e OPMODC. A variável OPMODE é genérica e contém valores diferentes do modo padrão.

OPMODE

Devolve o código correspondente ao modo de operação selecionado.

0 = CNC em processo de arranque.

10 = Em modo de execução.

Executando ou à espera da tecla [START] (desenho da tecla [START] na parte superior).

12 = Indica uma das seguintes situações:

- Em modo MDI, ao pressionar a tecla ISO pelo modo manual ou de inspeção.
- Foi selecionado algum dos seguintes campos da tela principal nos quais admite-se a tecla MARCHA: Eixos, T, C ou S.

21 = Em modo simulação gráfica.

30 = Edição de um ciclo.

40 = Em modo manual (Tela padrão).

43 = Realizando a busca do zero.

45 = Em modo de Calibragem de Ferramentas.

60 = Monitorando peças. Modo PPROG.

OPMODA

Indica o modo de operação que se encontra selecionado quando se trabalha com o canal principal.

Para conhecer o modo de operação selecionado a todo o momento (canal principal, canal de usuário, canal PLC) se deve usar a variável OPMODE.

A referida informação virá dada nos bits mais baixos e estará indicado com um 1 em caso de que se encontre ativa e com um 0 quando não esteja ou se a mesma não se encontra disponível na versão atual.

Bit 0	Programa em execução.
Bit 1	Programa em simulação.
Bit 2	Bloco em execução via MDI, JOG.
Bit 3	Reposição em curso.
Bit 4	Programa interrompido, por STOP.
Bit 5	Bloco de MDI, JOG interrompido.
Bit 6	Reposição interrompida.
Bit 7	Em inspeção de ferramenta.
Bit 8	Bloco em execução via CNCEX1.
Bit 9	Bloco via CNCEX1 interrompido.
Bit 10	CNC preparado para aceitar movimentos em JOG: manual, volante, teaching, inspeção.
Bit 11	CNC preparado para aceitar ordem de funcionamento (START): modos de execução, simulação com movimento, MDI.
Bit 12	CNC não está preparado para executar nada que implique em movimento de eixo ou de árvore.
Bit 13	Identifica a busca de bloco.

OPMODB

Indica o tipo de simulação que se encontra selecionado. A referida informação virá dada nos bits mais baixos e estará indicado com um 1 o que está selecionado.

Bit 0	Curso teórico.
Bit 1	Funções G.
Bit 2	Funções G, M, S, T.
Bit 3	Plano principal.
Bit 4	Rápido.
Bit 5	Rápido (S=0)..

OPMODC

Indica os eixos selecionados pelo volante. A referida informação virá dada nos bits mais baixos e estará indicado com um 1 o que está selecionado.

Bit 0	Eixo 1.
Bit 1	Eixo 2.
Bit 2	Eixo 3.
Bit 3	Eixo 4.
Bit 4	Eixo 5.
Bit 5	Eixo 6.
Bit 6	Eixo 7.
Bit 7	
Bit 8	

O nome do eixo corresponde à ordem de programação dos mesmos.

Exemplo: Se o CNC controla os eixos X, Y, Z, U, B, C se tem eixo1=X, eixo2=Y, eixo3=Z eixo4=U, eixo5=B, eixo6=C.

13.2.20 Outras variáveis

Variáveis de leitura

NBTOOL

Indica o número de ferramenta que se está monitorando. Esta variável somente se pode utilizar dentro da sub-rotina de troca de ferramenta.

Exemplo: Se possuem de um trocador manual de ferramentas. Está selecionada a ferramenta T1 e o operador solicita a ferramenta T5.

A sub-rotina associada às ferramentas pode conter as seguintes instruções:

```
(P103 = NBTOOL)
(MSG "SELECIONAR T?P103 E PRESSIONAR START")
```

A instrução (P103 = NBTOOL) atribui ao parâmetro P103 o número de ferramenta que se está monitorando, isto é, a que se deseja selecionar. Portanto P103=5.

A mensagem que mostrará o CNC será "SELECIONAR T5 E PRESSIONAR START".

PRGN

Devolve o número de programa que se encontra em execução. Se não tem nenhum devolve o valor -1.

BLKN

Devolve o número de etiqueta do último bloco executado.

GSn

Devolve o estado da função G indicada (n). Um 1 no caso de que se encontre ativa e um 0 no caso contrário.

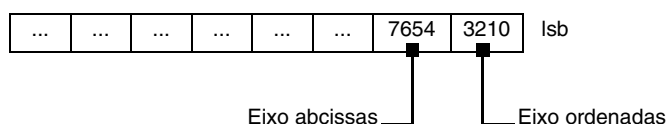
```
(P120=GS17)
    Atribui ao parâmetro P120 o valor 1 quando se encontra ativa a função G17 e um 0 em
    caso contrário.
```

MSn

Devolve o estado da função M indicada (n). Um 1 no caso de que se encontre ativa e um 0 no caso contrário.

Esta variável proporciona o estado das funções M00, M01, M02, M03, M04, M05, M06, M08, M09, M19, M30, M41, M42, M43, M44 e M45.

PLANE

Devolve em 32 bits e codificado em BCD a informação do eixo de abcissas (bits 4 a 7) e do eixo de ordenadas (bits 0 a 3) do plano ativo.

Os eixos estão codificados em 4 bits e indicam o número de eixo de acordo com a ordem de programação.

Exemplo: Se o CNC controla os eixos X, Y, Z, U, B, C e se encontra selecionado o plano ZX (G18).

(P122 = GS17) atribui ao parâmetro P122 o valor $31.

0000	0000	0000	0000	0000	0000	0011	0001	LSB

Eixo abcissas	= 3 (0011)	=> Eixo Z
Eixo ordenadas	= 1 (0001)	=> Eixo X

LONGAX

Devolve o número conforme a ordem de programação correspondente ao eixo longitudinal. Será o selecionado com a função G15 ou em seu defeito o eixo perpendicular ao plano ativo, se este é XY, ZX ou YZ.

Exemplo:

Se o CNC controla os eixos X, Y, Z, U, B, C e se encontra selecionado o eixo U.

(P122 = LONGAX) atribui ao parâmetro P122 o valor 4.

MIRROR

Devolve nos bits de menor peso de um grupo de 32 bits, o estado do espelhamento de cada eixo, um 1 no caso de encontrar-se ativo e um 0 no caso contrário.

Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	LSB
		Eixo 7	Eixo 6	Eixo 5	Eixo 4	Eixo 3	Eixo 2	Eixo 1	

O nome do eixo corresponde à ordem de programação dos mesmos.

Exemplo: Se o CNC controla os eixos X, Y, Z, U, B, C se tem eixo1=X, eixo2=Y, eixo3=Z eixo4=U, eixo5=B, eixo6=C.

SCALE

Devolve o fator de escala geral que está aplicado.

SCALE(X-C)

Devolve o fator de escala particular do eixo indicado (X-C).

ORGROT

Devolve o ângulo de rotação do sistema de coordenadas que se encontra selecionado com a função G73. O seu valor vem imposto em graus (entre 99999.9999).

ROTPF

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem o centro de rotação conforme o eixo de abcissas. O seu valor vem imposto nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

ROTPS

Devolve a cota, com respeito à origem de coordenadas cartesianas, que tem o centro de rotação conforme o eixo de ordenadas. O seu valor vem imposto nas unidades ativas:

Se G70, em polegadas (entre ±3937.00787).

Se G71, em milímetros (entre ±99999.9999).

PRBST

Devolve o estado do apalpador.

0 = o apalpador não está em contato com a peça.

1 = o apalpador está em contato com a peça.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

CLOCK

Devolve em segundos o tempo que indica o relógio do sistema. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

TIME

Devolve a hora em formato horas-minutos-segundos.

```
(P150=TIME)
    Atribui ao P150 hh-mm-ss. Por exemplo se são as 18h 22m. 34seg. Em P150 se deve
    ter 182234.
```

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

DATE

Devolve a data em formato ano-mês-dia.

```
(P151=DATE)
    Atribui ao P151 ano-mês-dia. Por exemplo se é o 25 de Abril de 1992 em P151 se deve
    ter 920425.
```

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

CYTIME

Devolve em centésimas de segundo o tempo que se transcorreu em executar a peça. Não se contabiliza o tempo que a execução pode estar detida. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

FIRST

Indica se é a primeira vez que se executa um programa. Devolve um 1 se é a primeira vez e um 0 o resto das vezes.

Se considera execução pela primeira vez aquela que se realize:

- Depois da ligação do CNC.
- Depois de pressionar as teclas [SHIFT]+[RESET].
- Cada vez que se seleciona um novo programa.

ANAIn

Devolve o estado da entrada analógica indicada (n). O valor virá expressado em volts e em formato ±1.4.

- No módulo –Eixos– se pode selecionar uma dentre as oito (1··8) entradas analógicas disponíveis. Os valores devolvidos estarão dentro da classe ±5 V.
- No módulo –Eixos Vpp– se pode selecionar uma dentre as quatro (1··4) entradas analógicas disponíveis. Os valores devolvidos estarão dentro da classe ±5 V ou ±10 V, dependendo de como se tenham personalizado as entradas analógicas.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

AXICOM

Devolve nos 3 bytes de menor peso os pares de eixos comutados mediante a função G28.

		Par 3		Par 2		Par 1		
		Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	LSB

Os eixos estão codificados em 4 bits e indicam o número de eixo (de 1 até 7) de acordo com a ordem de programação.

Se o CNC controla os eixos X, Y, Z, B, C e se programou G28 BC, a variável AXICOM mostrará a seguinte informação:

		Par 3		Par 2		Par 1		
						C	B	
		0000	0000	0000	0000	0101	0100	LSB

TANGAN

Variável associada à função controle tangencial, G45. Indica a posição angular programada.

TPIOUT(X-C)

Saída do PI do eixo mestre do Tandem (em rpm).

TIMEG

Mostra o estado de contagem do temporizador programado mediante G4 K, no canal de CNC. Esta variável, devolve o tempo que falta para acabar o bloco de temporização, em centésimas de segundo.

TIPPRB

Indica o ciclo PROBE que se está executando no CNC.

Se se está executando o ciclo PROBE1, a variável TIPPRB adquire o valor ·1·, se se está executando o ciclo PROBE2, adquire o valor 2, ..., se se está executando o ciclo PROBE12, adquire o valor 12.

TIPDIG

Indica o ciclo DIGIT que se está executando no CNC.

PANEDI

Aplicação WINDRAW55. Número da tela criada pelo usuário ou fabricante, que se está consultando.

DATEDI

Aplicação WINDRAW55. Número do elemento que se está consultando.

RIP

Velocidade teórica linear resultante do laço seguinte (em mm/min).

No cálculo da velocidade resultante, não se consideram os eixos rotativos, os eixos escravos (gantry, acoplados e sincronizados) e os visualizadores.

TEMPIn

Devolve a temperatura em décimos de grau detectada pela PT100. Se pode selecionar uma entre as quatro (1··4) entradas de temperatura disponíveis.

Variáveis de leitura e escritura

TIMER

Esta variável permite ler ou modificar o tempo, em segundos, que indica o relógio habilitado pelo PLC. Valores possíveis 0··4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

PARTC

O CNC possui um contador de peças que se incrementa, em todos os modos exceto o de Simulação, cada vez que se executa M30 ou M02 e esta variável permite ler ou modificar o seu valor, que virá dado por um número entre 0 e 4294967295.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

KEY

Permite ler o código da última tecla que foi aceita pelo CNC.

Esta variável pode utilizar-se como variável de escritura somente dentro de um programa de personalização (canal de usuário).

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

KEYSRC

Esta variável permite ler ou modificar a procedência das teclas, sendo os valores possíveis:

0 = Teclado.

1 = PLC.

2 = DNC.

O CNC somente permite modificar o conteúdo desta variável se a mesma se encontra em 0.

ANAOn

Esta variável permite ler ou modificar a saída analógica desejada (n). O seu valor se expressa em volts e em formato ±2.4 (±10 volts).

Se permitirá modificar as saídas analógicas que se encontrem livres dentre as oito (1··8) que possui o CNC, visualizando-se o erro correspondente quando se intenta escrever numa que esteja ocupada.

Se se acessa a esta variável se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

SELPRO

Quando se possui duas entradas de apalpador, permite selecionar qual é a entrada ativa.

No arranque assume o valor ·1·, ficando selecionada a primeira entrada do apalpador. Para selecionar a segunda entrada do apalpador tem que ser dado o valor 2.

O acesso a esta variável desde o CNC detém a preparação de blocos.

DIAM

Muda o modo de programação para as cotas do eixo X entre raios e diâmetros. Quando se muda o valor desta variável, o CNC assume o novo modo de programação para os blocos programados a seguir.

Quando a variável toma o valor ·1·, as cotas programadas se ativam em diâmetros; quando toma valor ·0·, as cotas programadas se ativam em raios.

Esta variável afeta à visualização do valor real do eixo X no sistema de coordenadas da peça e à leitura de variáveis PPOSX, TPOSX e POSX.

No momento da ligação, depois de executar-se M02 ou M30 e depois de uma emergência ou um reset, a variável se inicializa conforme o valor do parâmetro DFORMAT do eixo X. Se este parâmetro tem um valor maior ou igual que 4, a variável toma o valor 1, em caso contrário, toma o valor ·0·.

PRBMOD

Indica se se deve mostrar ou não um erro de apalpamento nos seguintes casos, mesmo que o parâmetro máquina geral PROBERR (P119) =YES.

- Quando finaliza um movimento de apalpamento G75 e o apalpador não reconheceu a peça.
- Quando finaliza um movimento de apalpamento G76 e o apalpador não deixou de tocar a peça.

A variável PRBMOD toma os seguintes valores.

Valor	Significado
0	Se se dá o erro.
1	Não se dá o erro.

Valor padrão 0.

A variável PRBMOD é de leitura e escritura desde o CNC e PLC, e de leitura desde o DNC.

13.3 Constantes

Se definem como constantes todos aqueles valores fixos que não podem ser alterados por programa, sendo consideradas como constantes:

- Os números expressos em sistema decimal.
- Os números em formato hexadecimal.
- A constante PI.
- As tabelas e variáveis só de leitura, pois o seu valor não pode ser alterado dentro dum programa.

13.4 Operadores

Um operador é um símbolo que indica os procedimentos matemáticos ou lógicos que se devem efetuar. O CNC possui operadores aritméticos, relacionais, lógicos, binários, trigonométricos e operadores especiais.

Operadores aritméticos.

+	soma.	P1=3 + 4	P1=7
-	subtração, também menos unária.	P2=5 - 2 P3= -(2 * 3)	P2=3 P3=-6
*	multiplicação.	P4=2 * 3	P4=6
/	divisão.	P5=9 / 2	P5=4.5
MOD	módulo ou resto da divisão.	P6=7 MOD 4	P6=3
EXP	exponencial.	P7=2 EXP 3	P7=8

Operadores relacionais.

EQ	igual.
NE	diferente.
GT	maior que.
GE	maior ou igual que.
LT	menor que.
LE	menor ou igual que.

Operadores lógicos e binários.

NOT, OR, AND, XOR: Atuam como operadores lógicos entre condições e como operadores binários entre variáveis ou constantes.

```
IF (FIRST AND GS1 EQ 1) GOTO N100
P5 = (P1 AND (NOT P2 OR P3))
```

Funções trigonométricas

SIN	Seno	P1=SIN 30	P1=0.5
COS	Co-seno.	P2=COS 30	P2=0.8660
TAN	tangente.	P3=TAN 30	P3=0.5773
ASIN	arco-seno.	P4=ASIN 1	P4=90
ACOS	arco-coseno.	P5=ACOS 1	P5=0
ATAN	arco-tangente.	P6=ATAN 1	P6=45
ARG	ARG(x,y) arcotangente y/x.	P7=ARG(-1,-2)	P7=243.4349

Existem duas funções para o cálculo do arcotangente, ATAN que devolve o resultado entre ±90º e ARG que dá entre 0 e 360º.

Outras funções.

ABS	valor absoluto.	P1=ABS -8	P1=8
LOG	logaritmo decimal.	P2=LOG 100	P2=2
SQRT	raiz quadrada.	P3=SQRT 16	P3=4
ROUND	arredondamento a um número inteiro.	P4=ROUND 5.83	P4=6
FIX	parte inteira.	P5=FIX 5.423	P5=5
FUP	se um número inteiro toma parte inteira. se não, toma parte inteira mais um.	P6=FUP 7 P6=FUP 5.423	P6=7 P6=6
BCD	converte o número dado a BCD.	P7=BCD 234	P7=564

0010	0011	0100

BIN	converte o número dado a binário.	P8=BIN $AB	P8=171

1010	1011

As conversões a binário e a BCD se realizarão em 32 bits, podendo-se representar o número 156 nos seguintes formatos:

Decimal	156
Hexadecimal	9C
Binario	0000 0000 0000 0000 0000 0000 1001 1100
BCD	0000 0000 0000 0000 0000 0001 0101 0110

13.5 Expressões

Uma expressão é qualquer combinação válida entre operadores, constantes e variáveis.

Todas as expressões deverão estar entre parênteses, mas se a expressão se reduz a um número inteiro podem-se eliminar os parênteses.

13.5.1 Expressões aritméticas

Se formam combinando funções e operadores aritméticos, binários e trigonométricos com as constantes e variáveis da linguagem.

O modo de operar com estas expressões é estabelecido pelas prioridades dos operadores e sua associatividade:

Prioridade de maior a menor	Associatividade
NOT, funções, - (unário)	da direita à esquerda.
EXP, MOD	da esquerda à direita.
* , /	da esquerda à direita.
+, - (soma, subtração)	da esquerda à direita.
Operadores relacionais	da esquerda à direita.
AND, XOR	da esquerda à direita.
OR	da esquerda à direita.

É conveniente utilizar parêntesis para esclarecer a ordem em que se produz a avaliação da expressão.

```
(P3 = P4/P5 - P6 * P7 - P8/P9 )
(P3 = (P4/P5)-(P6 * P7)-(P8/P9))
```

O uso de parêntese redundantes ou adicionais não produzirá erros nem diminuirá a velocidade de execução.

Nas funções é obrigatório utilizar parênteses, exceto quando se aplicam a uma constante numérica, em cujo caso é opcional.

(SIN 45) (SIN (45)) ambas são válidas e equivalentes.

(SIN 10+5) é o mesmo que ((SIN 10)+5).

As expressões se podem utilizar também para referenciar os parâmetros e as tabelas:

```
(P100 = P9)
(P100 = P(P7))
(P100 = P(P8 + SIN(P8 * 20)))
(P100 = ORGX 55)
(P100 = ORGX (12+P9))
(PLCM5008 = PLCM5008 OR 1)
    ; Seleciona execução bloco a bloco (M5008=1)
(PLCM5010 = PLCM5010 AND $FFFFFFFE)
    ;Libera o override do avanço (M5010=0)
```

13.5.2 Expressões relacionais

São expressões aritméticas unidas por operadores relacionais.

```
(IF (P8 EQ 12.8)
    ; Analisa se o valor de P8 é igual a 12.8
(IF (ABS(SIN(P24)) GT SPEED)
    ; Analisa se o seno é maior que a velocidade do spindle.
(IF (CLOCK LT (P9 * 10.99))
    ; Analisa se a conta do relógio é menor que (P9 * 10.99)
```

Ao mesmo tempo, estas condições podem unir-se mediante operadores lógicos.

```
(IF ((P8 EQ 12.8) OR (ABS(SIN(P24)) GT SPEED)) AND (CLOCK LT (P9 * 10.99)) ...
```

O resultado de estas expressões é verdadeiro ou falso.

INSTRUÇÕES DE CONTROLE DOS PROGRAMAS

14

As instruções de controle que possui a programação em linguagem de alto nível, se podem agrupar da seguinte maneira.

- Instruções de atribuição.
- Instruções de visualização.
- Instruções de habilitação e inabilitação.
- Instruções de controle de fluxo.
- Instruções de sub-rotinas.
- Instruções associadas ao apalpador.
- Instruções de sub-rotinas de interrupção.
- Instruções de programas.
- Instruções associadas às cinemáticas.
- Instruções de personalização.

Em cada bloco se programará uma única instrução, não sendo permitido programar nenhuma outra informação adicional no referido bloco.

14.1 Instruções de atribuição

É o tipo de instrução mais simples e se pode definir como:

(destino = expressão aritmética)

Como destino pode selecionar-se um parâmetro local ou global ou então uma variável de leitura e escritura. A expressão aritmética pode ser tão complexa quanto se deseje ou uma simples constante numérica.

```
(P102 = FZLOY)
(ORGY 55 = (ORGY 54 + P100))
```

Em caso de realizar-se uma atribuição a parâmetro local utilizando o seu nome (A em vez de P0, por exemplo) e sendo a expressão aritmética uma constante numérica, a instrução se pode abreviar da seguinte forma:

```
(P0=13.7) ==> (A=13.7) ==> (A13.7)
```

Num único bloco se podem realizar até 26 atribuições a destinos diferentes, interpretando-se como uma única atribuição o conjunto de atribuições realizadas a um mesmo destino.

```
(P1=P1+P2, P1=P1+P3, P1=P1*P4, P1=P1/P5)
```

é o mesmo que

```
(P1=(P1+P2+P3)*P4/P5).
```

As diferentes atribuições que se realizem num mesmo bloco se separarão com vírgulas ",".

14.2 Instruções de visualização.

(ERRO nº inteiro,"texto de erro")

Esta instrução detém a execução do programa e visualiza o erro indicado, podendo-se selecionar o referido erro das seguintes maneiras:

(ERROR nº inteiro)

Visualizará o número de erro indicado e o texto associado ao referido número conforme o código de erros do CNC (se existe).

(ERRO nº inteiro,"texto de erro")

Visualizará o número e o texto de erro indicados, devendo o texto ser escrito entre aspas.

(ERRO "texto de erro")

Visualizará somente o texto de erro indicado.

O número de erro pode ser definido mediante uma constante numérica ou mediante um parâmetro. Cuando se utiliza un parámetro local debe utilizarse su forma numérica (P0-P25).

Exemplos de programação:

(ERROR 5)

(ERROR P100)

(ERRO "Erro do usuario")

(ERRO 3 "Erro do usuario")

(ERRO P120 "Erro do usuario")

(MSG „mensagem“)

Esta instrução visualiza a mensagem indicada entre aspas.

Na tela do CNC existe una zona para visualização de mensagens de DNC ou de programa do usuário, visualizando-se sempre a última mensagem recebida, independentemente, da sua procedência.

Exemplo: (MSG „Verificar ferramenta“)

(DGWZ expressão 1, expressão 2, expressão 3, expressão 4, expressão 5, expressão 6)

A instrução DGWZ (Define Graphic Work Zone) permite definir a zona de representação gráfica.

Cada uma das expressões que compõem a sintaxe da instrução correspondem a um dos limites e se devem definir em milímetros ou polegadas.

Expressão 1	X mínimo
Expressão 2	X máximo
Expressão 3	Y mínimo
Expressão 4	Y máximo
Expressão 5	Z mínimo
Expressão 6	Z máximo

14.3 Instruções de habilitação e inabilitação

(ESBLK e DSBLK)

A partir da execução da instrução ESBLK, o CNC executa todos os blocos que se seguem, como se se tratasse de um único bloco.

Este tratamento de bloco a bloco, se mantém ativo até que se anule mediante a execução da instrução DSBLK.

Desta maneira, quando se executa o programa no modo de operação BLOCO a BLOCO, o grupo de blocos que se encontram entre as instruções ESBLK e DSBLK se executarão em ciclo contínuo, isto é, não se deterá a execução ao finalizar um bloco, pelo contrário, continuará com a execução do seguinte.

```
G01 X10 Y10 F8000 T1 D1
(ESBLK)                                  ; Começo do bloco único
G02 X20 Y20 I20 J-10
G01 X40 Y20
G01 X40 Y40 F10000
G01 X20 Y40 F8000
(DSBLK)                                  ; Anulação do bloco único
G01 X10 Y10
M30
```

(ESTOP e DSTOP)

A partir da execução da instrução DSTOP, o CNC inabilita a tecla de Stop, assim como o sinal de stop proveniente do PLC.

Esta inabilitação permanecerá ativa até que volte a ser habilitada mediante a instrução ESTOP.

(EFHOLD e DFHOLD)

A partir da execução da instrução DFHOLD, o CNC inabilita a entrada de Feed-Hold proveniente do PLC.

Esta inabilitação permanecerá ativa até que volte a ser habilitada mediante a instrução EFHOLD.

14.4 Instruções de controle de fluxo

As instruções GOTO e RPT não podem ser utilizadas em programas que se executam desde um PC conectado, através da linha serial.

(GOTO N(expressão))

A instrução GOTO provoca um salto dentro do mesmo programa, ao bloco definido mediante a etiqueta N (expresión). A execução do programa continuará depois do salto, a partir do bloco indicado.

A etiqueta de salto pode ser direcionada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

```
      G00 X0 Y0 Z0 T2 D4
      X10
      (GOTO N22)                      ; Instrução de linha
      X15 Y20                         ; Não se executa.
      Y22 Z50                         ; Não se executa.
N22   G01 X30 Y40 Z40 F1000           ; A execução continua neste bloco.
      G02 X20 Y40 I-5 J-5
      ...
```

(RPT N(Expressão), N(Expressão), P(Expressão))

A instrução RPT executa a parte de programa existente entre os dois blocos definidos mediante as etiquetas N(expresión). Os blocos a executar poderão estar no programa em execução ou num programa da memória RAM.

A etiqueta P(expressão) indica o número de programa no qual se encontram os blocos a executar. Se não se define, se entende que a parte que se deseja repetir se encontra dentro do mesmo programa.

Todas as etiquetas poderão ser indicadas mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. A parte de programa selecionado mediante as duas etiquetas deve pertencer ao mesmo programa, definindo-se primeiro o bloco inicial e depois o bloco final.

A execução do programa continuará no bloco seguinte ao que se programou a instrução RPT, depois de executada a parte de programa selecionada.

```
N10   G00 X10
      Z20
      G01 X5
      G00 Z0
N20   X0
N30   (RPT N10, N20) N3
N40   G01 X20
      M30
      Ao chegar ao bloco N30, o programa executará 3 vezes a seção N10-N20. Una vez
      finalizada, continuará la ejecución en el bloque N40.
```

Como a instrução RPT não detém a preparação de blocos, nem interrompe a compensação de ferramenta pode-se utilizar nos casos em que se utiliza a instrução EXEC e se necessita manter a compensação.

(IF (condição) <ação1> ELSE <ação2>)

Esta instrução analisa a condição dada, que deverá ser uma expressão de relação. Se a condição é correta (resultado igual a 1), se executará a <acção1>, e em caso contrário (resultado igual a 0) se executará a <acção2>.

Exemplo:

```
(IF (P8 EQ 12.8) CALL 3 ELSE PCALL 5, A2, B5, D8)
Se P8=12.8 executa a instrução (CALL3)
Se P8<>12.8 executa a instrução (PCALL 5, A2, B5, D8)
```

A instrução pode não possuir a parte ELSE, isto é, será suficiente programar IF condição <ação1>.

Exemplo:

```
(IF (P8 EQ 12.8) CALL 3)
```

<ação1> como <ação2> poderão ser expressões ou instruções, a excepção das instruções IF e SUB.

Em virtude de que num bloco de alto nível os parâmetros locais podem ser denominados mediante letras, se podem obter expressões deste tipo:

```
(IF (E EQ 10) M10)
```

Quando se cumpra a condição de que o parâmetro P5 (E) tenha o valor 10, não se executará a função auxiliar M10, já que um bloco de alto nível não pode dispor de comandos em código ISO. Neste caso M10 representa a atribuição do valor 10 ao parâmetro P12, isto é, o mesmo que programar:

```
(IF (E EQ 10) M10) ou (IF (P5 EQ 10) P12=10)
```

14.5 Instruções de sub-rotinas.

Se chama sub-rotina a uma parte de programa que, convenientemente identificada, pode ser chamada desde qualquer posição de um programa para a sua execução.

Uma sub-rotina pode estar armazenada como um programa independente ou como parte de um programa, e pode ser chamada uma ou várias vezes, desde diferentes posições de um programa ou desde diferentes programas.

Somente se podem executar sub-rotinas existentes na memória RAM do CNC. Por isso, quando se deseja executar uma sub-rotina armazenada no disco duro (KeyCF) ou num PC conectado através da linha serial, deve copiá-la à memória RAM do CNC.

Se a sub-rotina é demasiado grande para passá-la à memória RAM, converter a sub-rotina em programa e utilizar a instrução EXEC.

(SUB nº inteiro)

A instrução SUB define como sub-rotina o conjunto de blocos de programa que se encontram programados a seguir, até atingir a sub-rotina RET. A sub-rotina se identifica mediante um número inteiro, o qual também define o tipo de sub-rotina geral ou sub-rotina OEM (de fabricante).

Faixa de sub-rotinas gerais	SUB 0000 - SUB 9999
Faixa de sub-rotinas OEM (de fabricante)	SUB 10000 - SUB 20000

As sub-rotinas do fabricante têm o mesmo tratamento que as gerais, mas com as seguintes restrições.

- Somente se podem definir nos programas próprios de fabricante, os que levam o atributo [O]. Em caso contrário se mostra o erro correspondente.

  Erro 63 : Programar número de sub-rotina de 1 até 9999.

- Para executar uma sub-rotina OEM mediante CALL, PCALL ou MCALL, esta deve de estar num programa próprio do fabricante. Em caso contrário se mostra o erro correspondente.

  Erro 1255 : Sub-rotina restringida a programa OEM.

Na memória do CNC não podem existir ao mesmo tempo duas sub-rotinas com o mesmo número de identificação, mesmo que pertençam a programas diferentes.

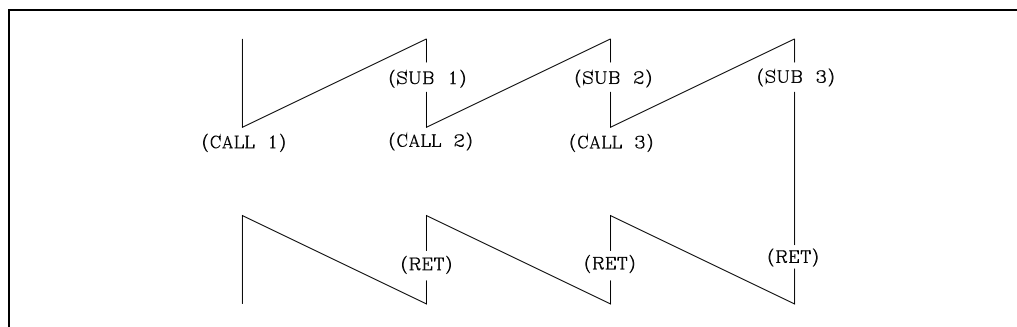
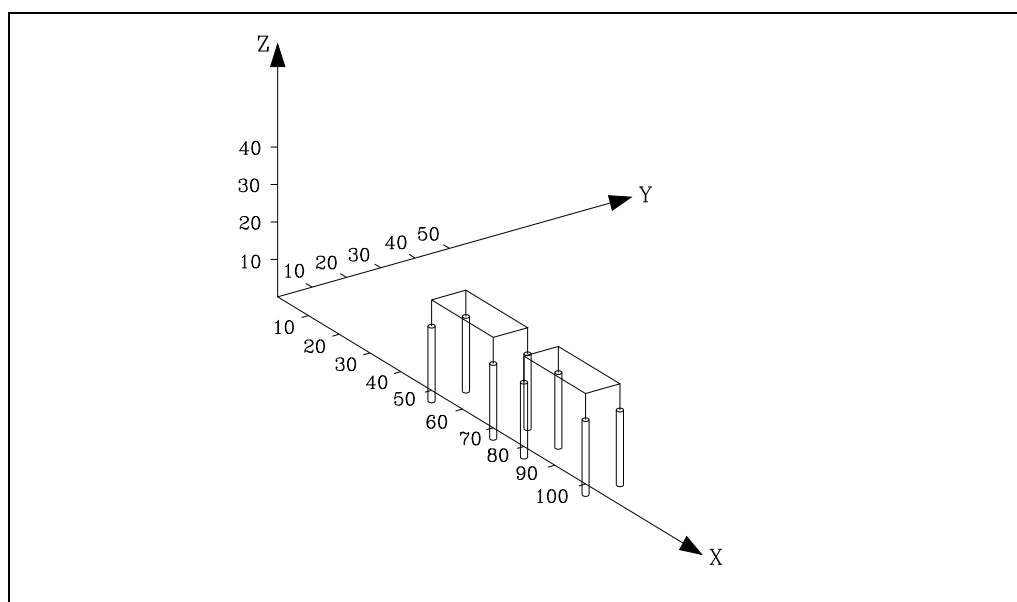
(RET)

A instrução RET indica que a sub-rotina que se definiu mediante a instrução SUB, finaliza no referido bloco.

```
(SUB 12)                        ; Definição da sub-rotina 12
G91 G01 XP0 F5000
YP1
X-P0
Y-P1
(RET)                           ; Fim de sub-rotina
```

(CALL (expressão)).

A instrução CALL realiza uma chamada à sub-rotina indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Em virtude que de um programa principal, ou de uma sub-rotina se pode chamar a uma sub-rotina, desta a uma segunda, da segunda a uma terceira, etc..., o CNC limita estas chamadas até o máximo de 15 níveis de sobreposição, podendo-se repetir cada um dos níveis 9999 vezes.

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y20 Z10
(CALL 10)
G90 G00 X60 Y20 Z10
(CALL 10)
M30

(SUB 10)
G91 G01 X20 F5000
(CALL 11)                                 ; Furação e rosqueamento
G91 G01 Y10
(CALL 11)                                 ; Furação e rosqueamento
G91 G01 X-20
(CALL 11)                                 ; Furação e rosqueamento
G91 G01 Y-10
(CALL 11)                                 ; Furação e rosqueamento
(RET)

(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1    ; Ciclo fixo de furação
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2         ; Ciclo fixo de rosqueamento
G80
(RET)
```

(PCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...)

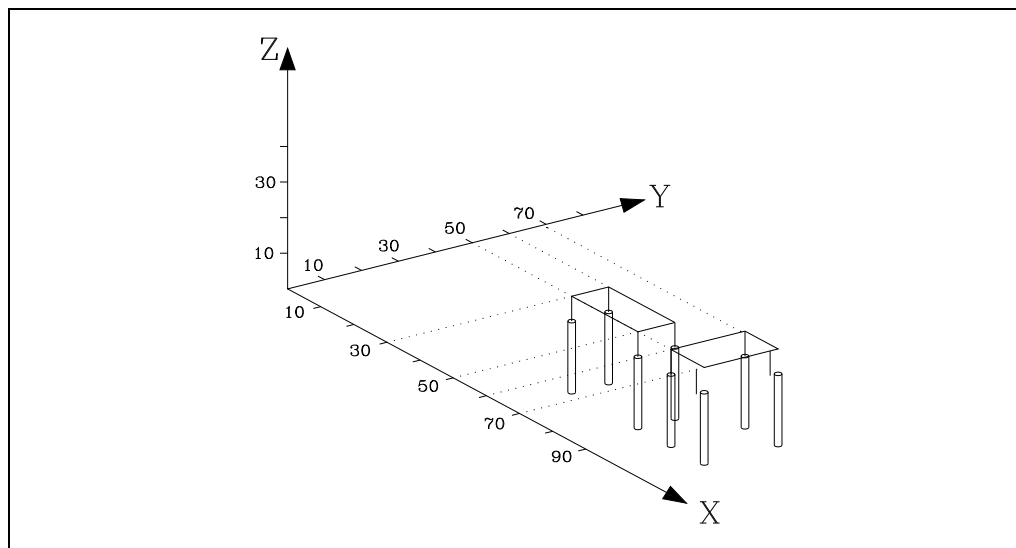
A instrução PCALL realiza uma chamada à sub-rotina indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. Além disso, permite inicializar, até o máximo de 26 parâmetros locais da referida sub-rotina.

Estes parâmetros locais se inicializam mediante as instruções de atribuição.

Exemplo: (PCALL 52, A3, B5, C4, P10=20)

Neste caso, além de gerar um novo nível de sobreposição de sub-rotinas, se gerará um novo nível de sobreposição de parâmetros locais, existindo no máximo 6 níveis de sobreposição de parâmetros locais, dentro dos 15 níveis de sobreposição de sub-rotinas.

Tanto o programa principal, como cada sub-rotina que se encontre num nível de sobreposição de parâmetros, possuirá 26 parâmetros locais (P0-P25).

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=20, P1=10)                  ; Também (PCALL 10, A20, B10)
G90 G00 X60 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=10, P1=20)                  ; Também (PCALL 10, A10, B20)
M30
(SUB 10)
G91 G01 XP0 F5000
(CALL 11)
G91 G01 YP1
(CALL 11)
G91 G01 X-P0
(CALL 11)
G91 G01 Y-P1
(CALL 11)
(RET)
(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1    ; Ciclo fixo de furação
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2         ; Ciclo fixo de rosqueamento
G80
(RET)
```

(MCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...)

Por meio da instrução MCALL, qualquer sub-rotina definida pelo usuário (SUB nº inteiro) adquire a categoria de ciclo fixo.

A execução desta instrução é igual à instrução PCALL, mas a chamada é modal, isto é, se depois deste bloco, se programa algum outro com movimento dos eixos, depois do referido movimento, se executará a sub-rotina indicada e com os mesmos parâmetros de chamada.

Si ao estar selecionada uma sub-rotina modal se executa um bloco de movimento com número de repetições, por exemplo X10 N3, o CNC executará uma única vez o deslocamento (X10), e depois a sub-rotina modal, tantas vezes como indique o número de repetições.

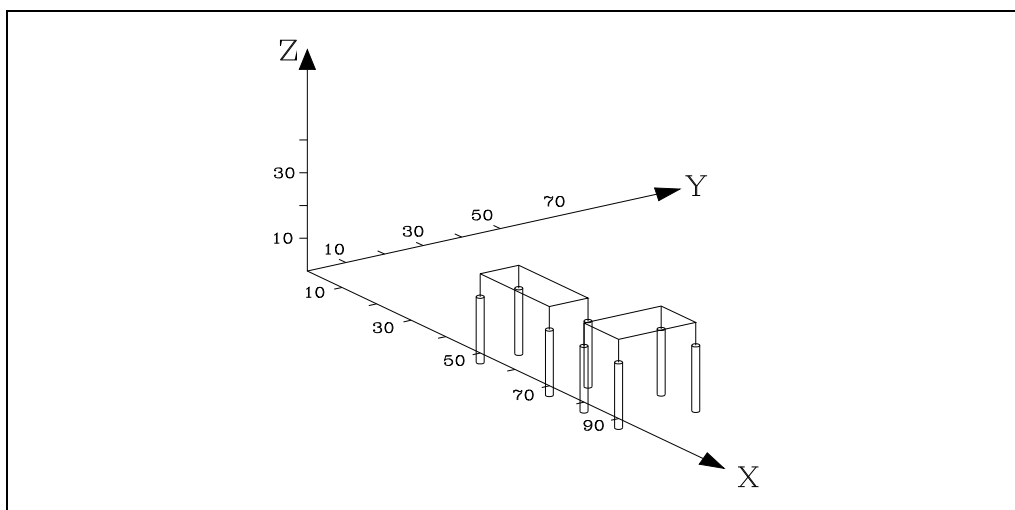
Em caso de se selecionar repetições de bloco, a primeira execução da sub-rotina modal, se realizará com os parâmetros de chamada atualizados, mas não desta maneira o resto das vezes, pois se executarão com os valores que nesse momento disponham os referidos parâmetros.

Se ao estar selecionada uma sub-rotina como modal se executa um bloco que contenha a instrução MCALL, a sub-rotina atual perderá a sua modalidade e a nova sub-rotina selecionada se converterá em modal.

(MDOFF)

A instrução MDOFF indica que a modalidade que tinha adquirido uma sub-rotina com a instrução MCALL ou um programa de usinagem com MEXEC, finaliza no referido bloco.

A utilização de sub-rotinas modais simplifica a programação.

Exemplo de programação.

```
G90 G00 X30 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=20, P1=10)
G90 G00 X60 Y50 Z0
(PCALL 10, P0=10, P1=20)
M30

(SUB 10)
G91 G01 XP0 F5000
(MCALL 11)
G91 G01 YP1
G91 G01 X-P0
G91 G01 Y-P1
(MDOFF)
(RET)
(SUB 11)
G81 G98 G91 Z-8 I-22 F1000 S5000 T1 D1
G84 Z-8 I-22 K15 F500 S2000 T2 D2
G80
(RET)
```

14.6 Instruções associadas ao apalpador.

(PROBE (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...)

A instrução PROBE realiza uma chamada ao ciclo de apalpador indicado, mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número. Além disso, permite inicializar os parâmetros locais do referido ciclo, mediante as instruções de atribuição.

Esta instrução, também gera um novo nível de sobreposição de sub-rotinas.

14.7 Instruções de sub-rotinas de interrupção.

Sempre que se ativa uma das entradas lógicas gerais de interrupção "INT1" (M5024), "INT2" (M5025), "INT3" (M5026) o "INT4" (M5027), o CNC suspende, temporariamente, a execução do programa em curso e passa a executar a sub-rotina de interrupção, cujo número se indica no parâmetro de máquina geral correspondente.

Com INT1 (M5024) a indicada pelo parâmetro INT1SUB (P35)

Com INT2 (M5025) a indicada pelo parâmetro INT2SUB (P36)

Com INT3 (M5026) a indicada pelo parâmetro INT3SUB (P37)

Com INT4 (M5027) a indicada pelo parâmetro INT4SUB (P38)

As sub-rotinas de interrupção se definem como qualquer outra sub-rotina, utilizando as instruções "(SUB nº inteiro)" e "(RET)".

As sub-rotinas de interrupção não mudarão o nível de parâmetros locais, por isso, dentro delas somente se permitirá a utilização dos parâmetros globais.

Dentro de uma sub-rotina de interrupção se pode utilizar a instrução "(REPOS X, Y, Z, ...)" que se detalha a seguir.

Depois de finalizada a execução da sub-rotina, o CNC continuará com a execução do programa em curso.

(REPOS X, Y, Z, ...)

A instrução REPOS se deve utilizar sempre dentro das sub-rotinas de interrupção e facilita o reposicionamento da máquina no ponto de interrupção.

Quando se executa esta instrução o CNC desloca os eixos até o ponto em que se interrompeu a execução do programa.

Dentro da instrução REPOS se deve indicar a ordem em que se devem deslocar os eixos até o ponto de interrupção.

- O deslocamento se realiza eixo a eixo.
- Não é necessário definir todos os eixos, somente os que se desejam reposicionar.
- O deslocamento dos eixos que formam o plano principal da máquina se fará de forma conjunta. Não é necessário definir ambos os eixos já que o CNC efetua o referido deslocamento com o primeiro deles. Não se repete o deslocamento com a definição do segundo eixo, ele o ignora.

Exemplo:

O plano principal está formado pelos eixos XY, o eixo longitudinal é o eixo Z e a máquina utiliza os eixos C e W como eixos auxiliares. Se deseja reposicionar primeiro o eixo C, em seguida os eixos XY e por último o Z.

Pode-se utilizar qualquer destas definições:

(REPOS C, X, Y, Z)(REPOS C, X, Z)(REPOS C, Y, Z)

Se durante a execução duma sub-rotina que não foi ativada mediante uma das entradas de interrupção, se detecta a instrução REPOS o CNC mostrará o erro correspondente.

14.8 Instruções de programas.

O CNC permite desde um programa em execução:

- Ao executar outro programa. Instrução (EXECP.....)
- Executar outro programa de forma modal. Instrução (MEXECP.....)
- Gerar um programa novo. Instrução (OPENP.....)
- Acrescentar blocos a um programa já existente. Instrução (WRITEP.....)

(EXEC P(expressão), (diretório))

A instrução EXEC P executa o programa de usinagem do diretório indicado.

O programa de usinagem se pode definir mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Padrão o CNC entende que o programa de usinagem está na memória RAM do CNC. Quando se encontra em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório).

HD	no Disco Duro (KeyCF).
DNC2	num PC conectado através da linha serial.
DNCE	Num PC conectado através de Ethernet.

(MEXEC P(expressão), (diretório))

A instrução MEXEC executa o programa de usinagem do diretório indicado e além disso adquire a categoria de modal, isto é, se depois deste bloco se programa algum outro com movimento dos eixos, depois do referido movimento se voltará a executar o programa indicado.

O programa de usinagem se pode definir mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Padrão o CNC entende que o programa de usinagem está na memória RAM do CNC. Quando se encontra em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório):

HD	no Disco Duro (KeyCF).
DNC2	num PC conectado através da linha serial.
DNCE	Num PC conectado através de Ethernet.

Se ao estar selecionado o programa de usinagem modal se executa um bloco de movimento com número de repetições (por exemplo X10 N3), o CNC não leva em consideração o número de repetições e executa uma única vez o deslocamento e o programa de usinagem modal.

Se ao estar selecionado um programa de usinagem como modal se executa desde o programa principal um bloco que contenha a instrução MEXEC, o programa de usinagem atual perde a sua modalidade e o programa de usinagem chamado mediante MEXEC passará a ser modal.

Se dentro do programa de usinagem modal se intenta executar um bloco com a instrução MEXEC se dará o erro correspondente.

1064: Não é possível executar o programa.

(MDOFF)

A instrução MDOFF indica que a modalidade que tinha adquirido uma sub-rotina com a instrução MCALL ou um programa de usinagem com MEXEC, finaliza no referido bloco.

(OPEN P(expressão), (diretório destino), A/D, "comentário de programa")

A instrução OPEN começa a edição dum programa de usinagem. O número do referido programa virá indicado mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Padrão o novo programa de usinagem editado se armazena na memória RAM do CNC. Para armazená-lo em outro dispositivo tem que ser indicado no (diretório destino).

HD	no Disco Duro (KeyCF).
DNC2	num PC conectado através da linha serial.
DNCE	Num PC conectado através de Ethernet.

O parâmetro A/D se utilizará quando o programa que se deseja editar já exista.

A O CNC acrescenta os novos blocos a seguir aos blocos já existentes.

D O CNC elimina o programa existente e começará a edição de um novo.

Também é possível, se se deseja, associar um comentário de programa que posteriormente será visualizado junto a ele no diretório de programas.

Para editar os blocos deve-se utilizar a instrução WRITE que se detalha a seguir.

Notas:

Se o programa que se deseja editar existe e não se definem os parâmetros A/D o CNC mostrará uma mensagem de erro ao executar o bloco.

O programa aberto com a instrução OPEN se fecha quando se executa M30, quando se executa outra instrução OPEN e depois de uma Emergência ou Reset.

Desde um PC somente se podem abrir programas na memória RAM ou no Disco Duro (KeyCF).

(WRITE <texto do bloco>)

A instrução WRITE acrescenta depois do último bloco do programa que se começou a editar mediante a instrução OPEN P, a informação contida em <texto do bloco> como um novo bloco do programa.

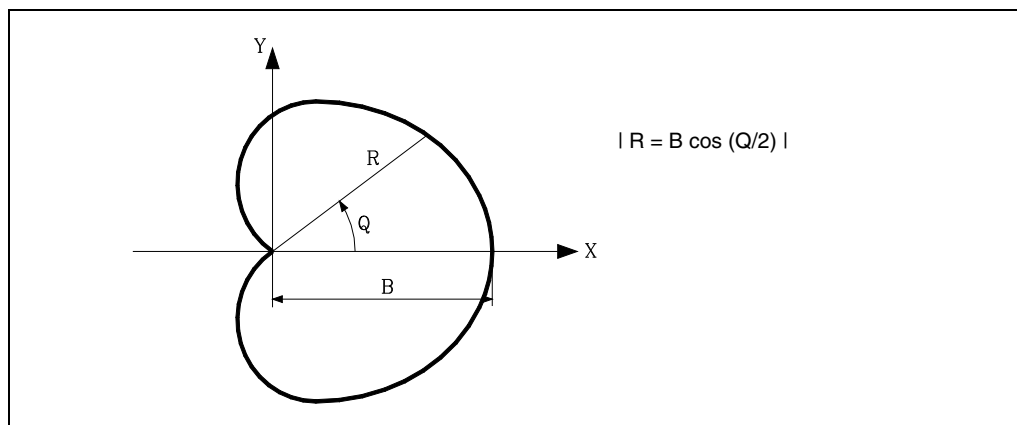
Quando se trata de um bloco paramétrico editado em código ISO todos os parâmetros (globais e locais) são substituídos pelo valor numérico que têm nesse momento.

(WRITE G1 XP100 YP101 F100) => G1 X10 Y20 F100

Quando se trata de um bloco paramétrico editado em alto nível tem que indicar com o caractere ? que se deseja substituir o parâmetro pelo valor numérico que tem nesse momento.

```
(WRITE (SUB P102))            =>      (SUB P102)
(WRITE (SUB ?P102))           =>      (SUB 55)

(WRITE (ORGX54=P103))         =>      (ORGX54=P103)
(WRITE (ORGX54=?P103))        =>      (ORGX54=222)

(WRITE (PCALL P104))          =>      (PCALL P104)
(WRITE (PCALL ?P104))         =>      (PCALL 25)
```

Quando se programa a instrução WRITE sem ter programado previamente a instrução OPEN, o CNC mostrará o erro correspondente, exceto ao editar um programa de personalização de usuário, em cujo caso se acrescenta um novo bloco ao programa em edição.

Exemplo de criação de um programa que contém diversos pontos de uma cardióide.

Se utiliza a sub-rotina número 2, tendo seus parâmetros o seguinte significado:

A ou P0 Valor do ângulo Q.

B ou P1 Valor de B.

C ou P2 Incremento angular para o cálculo.

D ou P3 Avanço dos eixos.

Uma forma de utilizar neste exemplo poderá ser:

```
G00 X0 Y0
G93
(PCALL 2, A0, B30, C5, D500)
M30
```

Sub-rotina de geração do programa.

```
        (SUB 2)
        (OPEN P12345)                  ; Começa a execução do programa P12345
        (WRITE FP3)                    ; Seleciona avanço de usinagem
N100    (P10=P1*(ABS(COS(P0/2))))      ; Calcula R
        (WRITE G01 G05 RP10 QP0)       ; Bloco de movimento
        (P0=P0+P2)                     ; Novo ângulo
        (IF (P0 LT 365) GOTO N100)     ; Se ângulo menor que 365º, calcula novo ponto
                                       ; Bloco de fim de programa
        (WRITE M30)                    ; Fim de sub-rotina
        (RET)
```

14.9 Instruções associadas às cinemáticas.

Para mudar a cinemática, é necessário modificar os parâmetros de máquina gerais, relacionados com elas e validar os referidos parâmetros. Desde um programa OEM se podem modificar os parâmetros de máquina mediante as suas variáveis e depois validar os valores mediante a instrução INIPAR.

É por isso que dentro de um programa OEM se podem definir diferentes sub-rotinas que definam os parâmetros de máquina para cada uma das cinemáticas. Posteriormente, desde a sub-rotina de mudança de spindle se chamará a sub-rotina com os parâmetros do spindle, que se vai ativar e a seguir, se executará a instrução INIPAR.

(INIPAR)

Instrução que valida os parâmetros de máquina modificados desde a sub-rotina OEM de definição de cinemática. Esta instrução somente é válida quando se utiliza em sub-rotinas que estão dentro de programas OEM.

Para validar os parâmetros de máquina associados a uma cinemática não devem estar ativas as funções G48 nem G49. Em caso contrário se mostra o erro correspondente.

1074: Não é permitido executar INIPAR.

14.10 Instruções de personalização

As instruções de personalização poderão utilizar-se somente nos programas de personalização realizados pelo usuário.

Estes programas de personalização, devem estar armazenados na memória RAM do CNC, e podem utilizar as "Instruções de Programação". Se executarão no canal especial destinado a este fim, indicando-se nos seguintes parâmetros de máquina gerais o programa selecionado em cada caso.

Em "USERDPLY" se indicará o programa que se deseja executar no Modo de Execução.

Em "USEREDIT" se indicará o programa que se deseja executar no Modo de Edição.

Em "USERMAN" se indicará o programa que se deseja executar no Modo Manual.

Em "USERDIAG" se indicará o programa que se deseja executar no Modo Diagnoses.

Os programas de personalização podem possuir, além do nível atual, outros cinco níveis de sobreposição. Além disso, as instruções de personalização não admitem parâmetros locais, entretanto, se permite utilizar todos os parâmetros globais na sua definição.

(CALL (expressão))

A instrução PAGE visualiza na tela o número de página indicado mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número.

As páginas definidas pelo usuário estarão compreendidas entre a página 0 e a página 255 e se definirão desde o teclado do CNC em modo de personalização tal e como se indica no Manual de Operação.

As páginas do sistema se definirão mediante um número superior a 1000. Ver apêndice correspondente.

(SYMBOL (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3))

A instrução SYMBOL visualiza na tela o símbolo cujo número vem indicado mediante o valor da expressão 1 depois de valorada.

Da mesma maneira, a sua posição na tela está definida pela expressão 2 (coluna) e pela expressão 3 (fila).

Tanto expressão 1, como expressão 2 e expressão 3 poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O CNC permite visualizar qualquer símbolo definido pelo usuário (0-255) desde o teclado do CNC no modo de personalização tal e como se indica no Manual de Operação.

Para posicioná-lo dentro da área de visualização se definirão os pixels da mesma, 0-639 para as colunas (expressão 2) e 0-335 para as filas (expressão 3).

(IB (expressão) = INPUT "texto", formato)

O CNC possui de 26 variáveis de entrada de dados (IB0-IB25).

A instrução IB visualiza na janela de entrada de dados o texto indicado e armazena na variável de entrada indicada mediante um número ou mediante qualquer expressão que tenha como resultado um número, o dado introduzido pelo usuário.

A espera de introdução de dados se realizará somente quando se programe o formato do dado solicitado. Este formato poderá ter sinal, de parte inteira e parte decimal.

Se tem o sinal "-" admitirá valores positivos e negativos, e se não tem sinal admitirá só valores positivos.

A parte inteira indica o número máximo de dígitos inteiros (0-6) que se desejam.

A parte decimal indica o número máximo de dígitos decimais (0-5) que se desejam.

Quando se programa sem formato numérico, por exemplo (IB1 = INPUT "texto"), a instrução visualiza o texto indicado e não espera a introdução de dados.

(ODW (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3))

A instrução ODW define e desenha na tela uma janela de cor branca e dimensões fixas (1 fila x 14 colunas).

Cada janela contém um número associado que vem indicado pelo valor da expressão 1 depois de valorada.

Da mesma maneira, a sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila) e pela expressão 3 (coluna).

Tanto expressão 1, como expressão 2 e expressão 3 poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O CNC permite definir 26 janelas (0-25) e posicioná-las dentro da área de visualização, dispondo para isso de 21 filas (0-20) e 80 colunas (0-79).

(DW (expressão 1) = (expressão 2), DW (expressão 3) = (expressão 4), ...)

A instrução DW visualiza na janela indicada pelo valor da expressão 1, expressão 3, .. e depois de valorada, o dado numérico indicado pela expressão 2, expressão 4, ...

Expressão 1, expressão 2, expressão 3, ... poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

O exemplo seguinte mostra uma visualização dinâmica de variáveis:

```
          (ODW 1, 6, 33)
               ; Define a janela de dados 1
          (ODW 2, 14, 33)
               ; Define a janela de dados 2
N10       (DW1=DATE, DW2=TIME)
               ; Visualiza a data na janela 1 e a hora na 2
          (GOTO N10)
```

O CNC permite visualizar o dado em formato decimal, hexadecimal e binário, dispondo para isso das seguintes instruções:

(DW1 = 100)

Formato decimal. Visualiza na janela 1 o valor "100".

(DWH2 = 100)

Formato hexadecimal. Visualiza na janela 2 o valor "64".

(DWB3 = 100)

Formato binário. Visualiza na janela 3 o valor "01100100".

Quando se emprega a representação em formato binário (DWB) a visualização se limita a 8 caracteres, mostrando-se o valor "11111111" para valores superiores a 255 e o valor "10000000" para valores inferiores a –127.

Alem disso, o CNC permite visualizar na janela solicitada, o número armazenado numa das 26 variáveis de entrada de dados (IB0-IB25).

O exemplo seguinte mostra uma petição e posterior visualização do avanço dos eixos:

```
(ODW 3, 4, 60)
     ; Define a janela de dados 3.
(IB1=INPUT "Avanço dos eixos: ", 5.4)
     ; Petição do avanço dos eixos.
(DW3=IB1)
     ; Visualiza o avanço na janela 3.
```

(SK (expressão 1) = "texto 1", (expressão 2) = "texto 2", ...)

A instrução SK define e visualiza o novo menu de softkeys indicado.

Cada uma das expressões indicará o número de softkey que se deseja modificar (1-7, começando pela esquerda) e os textos o que se deseja escrever nelas.

Expressão 1, expressão 2, expressão 3, ... poderão conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

Cada texto admitirá no máximo 20 caracteres que se representarão em duas linhas de 10 caracteres cada uma. Se o texto selecionado tem menos de 10 caracteres o CNC o centralizará na linha superior, mas se tem mais de 10 caracteres a centralização será efetuada pelo programador.

Exemplos:

(SK 1="HELP", SK 2="MAXIMUN POINT")

HELP	MAXIMUN POINT

(SK 1="FEED", SK 2=" _ _MAXIMUN_ _ _POINT")

FEED	MAXIMUN POINT

Se ao estar ativo um menu de softkeys padrão do CNC se seleciona uma ou várias softkeys mediante a instrução de alto nível "SK", o CNC apagará todas as softkeys existentes e mostrará somente as que se selecionaram.

Se ao estar ativo um menu de softkeys de usuário, se seleciona uma ou várias softkeys mediante a instrução "SK", o CNC substituirá somente as softkeys selecionadas mantendo o resto.

(WKEY)

A instrução WKEY detém a execução do programa até que se pressione uma tecla.

A tecla pressionada ficará registrada na variável KEY.

```
...
(WKEY)                          ; Espera tecla
(IF KEY EQ $FC00 GOTO N1000)    ; Quando se foi pulsada a tecla F1 continua em
...                               N1000
```

(WBUF "texto", (expressão))

A instrução WBUF somente se pode utilizar no programa de personalização que se deseja executar no Modo de Edição.

Esta instrução se pode programar de duas formas e em cada caso permite:

• (WBUF "texto", (expressão))

Acrescenta ao bloco que se encontra em edição e dentro da janela de entrada de dados, o texto e o valor da expressão depois de valorada.

(Expressão) poderá conter um número ou qualquer expressão que tenha como resultado um número.

A programação da expressão será opcional, mas isso não acontece com o texto que será obrigatório defini-lo, se não se deseja texto se programará "".

Exemplos para P100=10:

```
(WBUF "X", P100)        =>      X10
(WBUF "X P100")         =>      X P100
```

- (WBUF)

  Introduz na memória, acrescentando ao programa que se está editando e depois da posição que ocupa o cursor, o bloco que se encontra em edição (previamente escrito com instruções "(WBUF "texto", (expressão))"). Além disso, elimina o buffer de edição, deixando-o preparado para uma nova edição de bloco.

  Isto possibilita ao usuário editar um programa completo, sem a necessidade de abandonar o modo de edição de usuário depois de cada bloco e pressionar [ENTER] para introduzi-lo na memória.

```
(WBUF "(PCALL 25, ")
    ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 25, ".
(IB1=INPUT "Parâmetro A:",-5.4)
    ; Petição do parâmetro A.
(WBUF "A=", IB1)
    ; Acrescenta ao bloco em edição "A = (valor introduzido)".
(IB2=INPUT "Parâmetro B: ", -5.4)
    ; Petição do parâmetro B.
(WBUF ", B=", IB2)
    ; Acrescenta ao bloco em edição "B = (valor introduzido)".
(WBUF ")")
    ; Acrescenta ao bloco em edição ")".
(WBUF )
    ; Introduz na memória o bloco editado.
...
```

  Depois de executar este programa, se dispõe na memória um bloco deste estilo:

  (PCALL 25, A=23.5, B=-2.25)

(SYSTEM)

A instrução SYSTEM finaliza a execução do programa de personalização de usuário e volta ao menu padrão correspondente do CNC.

Exemplo de um programa de personalização:

O seguinte programa de personalização deve ser selecionado como programa de usuário associado ao Modo Editor.

Depois de se selecionar o Modo Editor e pressionar a softkey USUÁRIO, este programa começa a ser executado e permite realizar uma edição ajudada pelos 2 ciclos de usuário permitidos. Esta edição se realiza ciclo a ciclo e quantas vezes se deseje.

Visualiza a página inicial de edição

```
N0      (PAGE 10)
```

Personaliza as softkeys de acesso aos diferentes modos e solicita uma opção

```
        (SK 1="CICLO 1",SK 2="CICLO 2",SK 7="SALIR")
N5      (WKEY )                                    ; Pedir tecla
        (IF KEY EQ $FC00 GOTO N10)                 ; Ciclo 1
        (IF KEY EQ $FC01 GOTO N20)                 ; Ciclo 2
        (IF KEY EQ $FC06 SYSTEM ELSE GOTO N5)      ; Sair ou pedir tecla
```

CICLO 1

```
        ; Visualiza a página 11 e define 2 janelas de dados
N10     (PAGE 11)
        (ODW 1,10,60)
        (ODW 2,15,60)

        ; Edição
        (WBUF "( PCALL 1,")          ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 1, ".

        (IB 1=INPUT "X:",-6.5)       ; Petição do valor de X.
        (DW 1=IB1)                   Visualiza na janela 1 o valor introduzido.
        (WBUF "X",IB1)               ; Acrescenta ao bloco em edição X (valor
                                     introduzido).
        (WBUF ",")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ",".

        (IB 2=INPUT "Y:",-6.5)       ; Petição do valor de Y.
        (DW 2=IB2)                   Visualiza na janela 2 o valor introduzido.
        (WBUF "Y",IB2)               ; Acrescenta ao bloco em edição Y (valor
                                     introduzido).
        (WBUF ")")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ")".
        (WBUF )                      ; Introduz na memória o bloco editado.
                                     ; Por exemplo : (PCALL 1, X2, Y3)

        (GOTO N0)
```

CICLO 2

```
        ; Visualiza a página 12 e define 3 janelas de dados
N20     (PAGE 12)
        (ODW 1,10,60)
        (ODW 2,13,60)
        (ODW 3,16,60)

        ; Edição
        (WBUF "( PCALL 2,")          ; Acrescenta ao bloco em edição "(PCALL 2, ".

        (IB 1=INPUT "A:",-6.5)       ; Petição do valor de A.
        (DW 1=IB1)                   Visualiza na janela 1 o valor introduzido.
        (WBUF "A",IB1)               ; Acrescenta ao bloco em edição A (valor
                                     introduzido).
        (WBUF ",")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ",".

        (IB 2=INPUT "B:",-6.5)       ; Petição do valor de B.
        (DW 2=IB2)                   Visualiza na janela 2 o valor introduzido.
        (WBUF "B",IB2)               ; Acrescenta ao bloco em edição B (valor
                                     introduzido).
        (WBUF ",")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ",".
        (IB 3=INPUT "C:",-6.5)       ; Petição do valor de C.
        (DW 3=IB3)                   Visualiza na janela 3 o valor introduzido.
        (WBUF "C",IB3)               ; Acrescenta ao bloco em edição C (valor
                                     introduzido).
        (WBUF ")")                   ; Acrescenta ao bloco em edição ")".

        (WBUF )                      ; Introduz na memória o bloco editado.
                                        Por exemplo: (PCALL 2, A3, B1, C3).

        (GOTO N0)
```

TRANSFORMAÇÃO DE COORDENADAS

15

A descrição da transformação geral de coordenadas está dividida em três funcionalidades básicas:

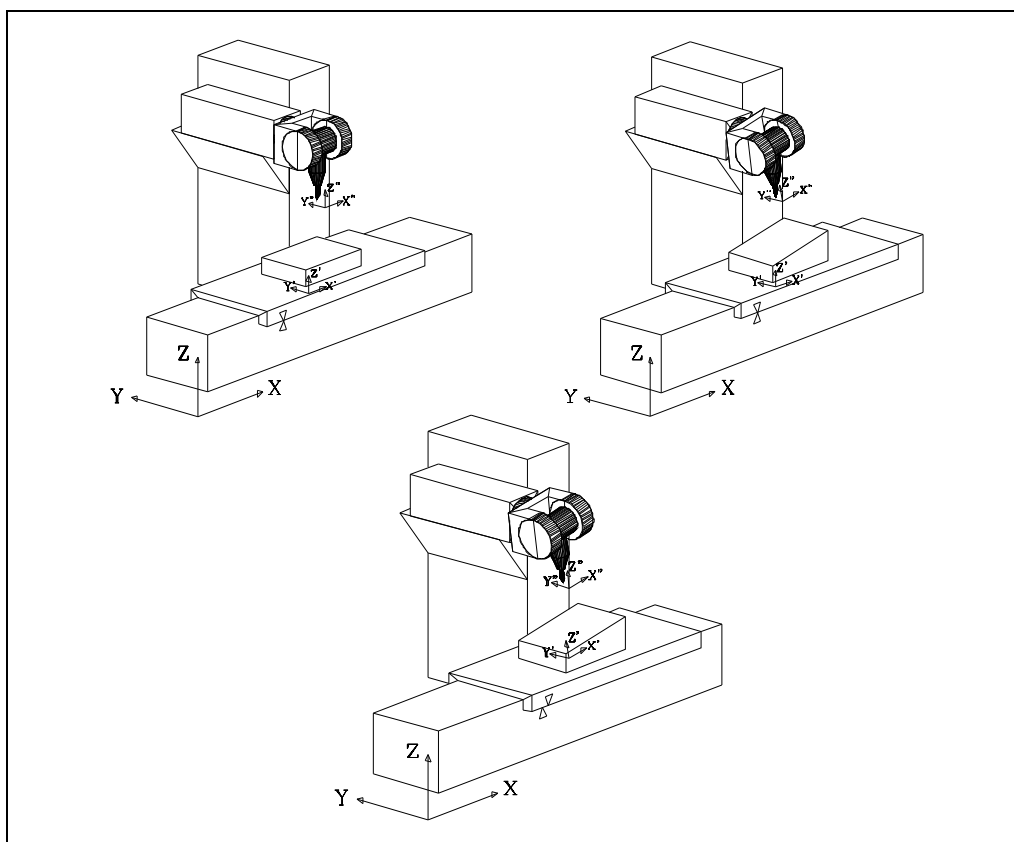
- Movimento em plano inclinado (G49).
- Deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta (G47).
- Transformação TCP, Tool Center Point (G48).

Para uma melhor compreensão da transformação de coordenadas, nos seguintes exemplos, se considerarão três sistemas de coordenadas na máquina.

- Sistema de coordenadas máquina. X Y Z nas figuras.
- Sistema de coordenadas peça. X' Y' Z' nas figuras.
- Sistema de coordenadas da ferramenta. X" Y" Z" nas figuras.

Quando não se efetuou nenhum tipo de transformação e o spindle está em posição de partida, os 3 sistemas de coordenadas coincidem. Figura esquerda.

Quando se roda o spindle, o sistema de coordenadas da ferramenta (X" Y" Z") muda. Figura direita.

Se além disso, se seleciona um plano inclinado (G49) também muda o sistema de coordenadas da peça (X' Y' Z'). Figura inferior.

Caso –A–
Não se efetuou nenhum tipo de transformação e o spindle está rodado.

Quando se programa um deslocamento do eixo Z (G01 Z), a ferramenta se moverá conforme o sistema de coordenadas peça, que neste caso coincide com o sistema de coordenadas da máquina.

Para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta, se deve utilizar a função G47 ao programar o deslocamento do eixo Z (G01 G47 Z).

Neste tipo de deslocamentos, quando o sistema de coordenadas da ferramenta e o sistema de coordenadas de máquina não coincidem, o CNC move vários eixos da máquina para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta. No exemplo se movem os eixos X, Z.

A função G47 não é modal e somente atua no deslocamento programado.

Para que os deslocamentos em modo manual se realizem conforme o sistema de coordenadas da ferramenta, se deve ativar no PLC a entrada lógica geral do CNC "TOOLMOVE (M5021).

Caso –B–
Se selecionou um plano inclinado (G49) e o spindle está perpendicular ao mesmo.

Quando se programa um deslocamento do eixo Z (G01 Z), a ferramenta se moverá conforme o sistema de coordenadas peça,

Neste tipo de deslocamentos, quando o sistema de coordenadas peça e o sistema de coordenadas de máquina não coincidem, o CNC move vários eixos da máquina para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas peça. No exemplo se movem os eixos X, Z.

Para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas de máquina, se deve utilizar a função G53 (programação com respeito ao zero máquina) ao programar o deslocamento do eixo Z (G01 G53 Z).

A função G53 não é modal e somente atua no deslocamento programado.

Para que os deslocamentos em modo manual se realizem conforme o sistema de coordenadas de máquina se deve ativar no PLC a entrada lógica geral do CNC "MACHMOVE (M5012).

Caso –C–
Se selecionou um plano inclinado (G49) e o spindle não está perpendicular ao mesmo.

Quando se programa um deslocamento do eixo Z (G01 Z), a ferramenta se moverá conforme o sistema de coordenadas peça,

Neste tipo de deslocamentos, quando o sistema de coordenadas peça e o sistema de coordenadas de máquina não coincidem, o CNC move vários eixos da máquina para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas peça. No exemplo se movem os eixos X, Z.

Para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta, se deve utilizar a função G47 ao programar o deslocamento do eixo Z (G01 G47 Z).

Neste tipo de deslocamentos, quando o sistema de coordenadas da ferramenta e o sistema de coordenadas de máquina não coincidem, o CNC move vários eixos da máquina para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta. No exemplo se movem os eixos X, Z.

A função G47 não é modal e somente atua no deslocamento programado.

Para que os deslocamentos em modo manual se realizem conforme o sistema de coordenadas da ferramenta, se deve ativar no PLC a entrada lógica geral do CNC "TOOLMOVE (M5021).

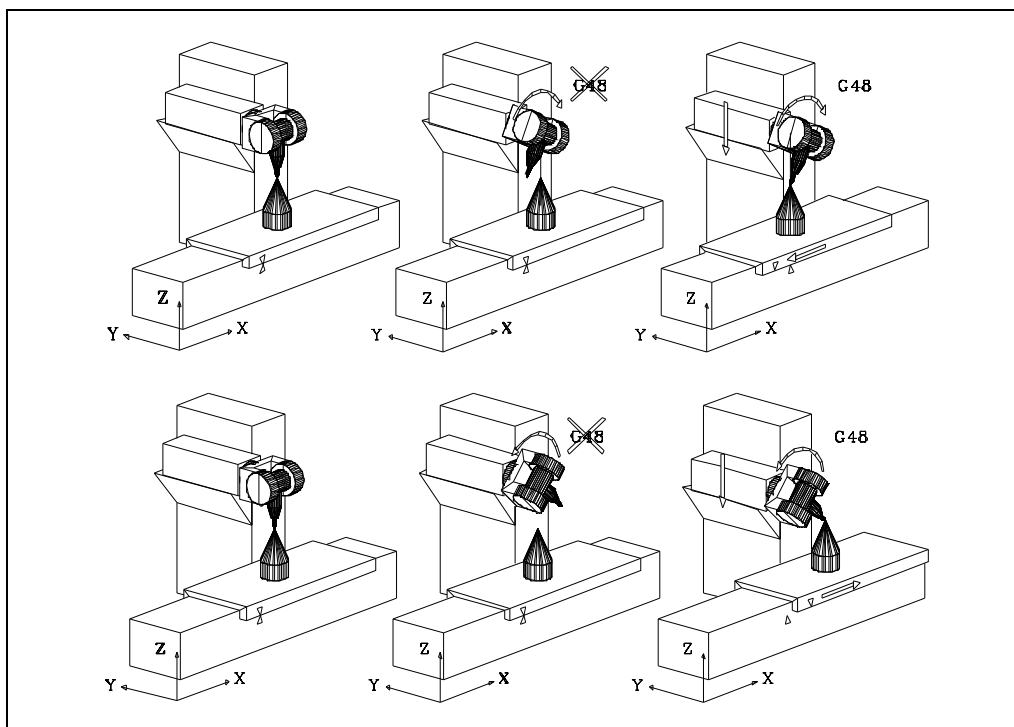
Para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas de máquina, se deve utilizar a função G53 (programação com respeito ao zero máquina) ao programar o deslocamento do eixo Z (G01 G53 Z).

A função G53 não é modal e somente atua no deslocamento programado.

Para que os deslocamentos em modo manual se realizem conforme o sistema de coordenadas de máquina se deve ativar no PLC a entrada lógica geral do CNC "MACHMOVE (M5012).

Caso –D–
Se trabalha com transformação TCP, Tool Center Point

Quando se trabalha com transformação TCP, função G48 ativa, o CNC permite modificar a orientação da ferramenta sem modificar a posição que ocupa a ponta da mesma (cotas da peça).

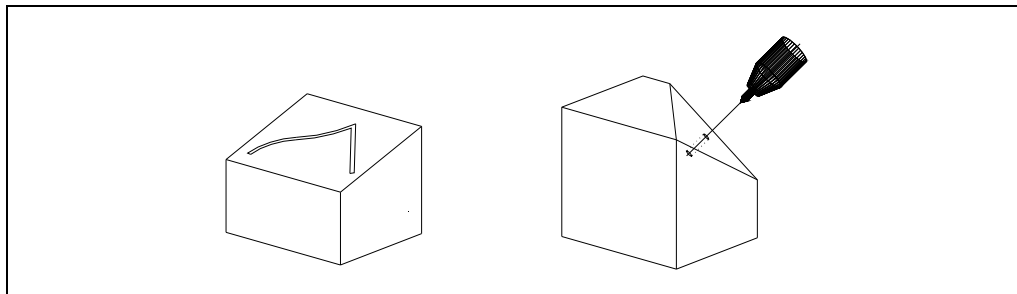
É lógico, que o CNC deve deslocar vários eixos da máquina para manter a posição da ponta da ferramenta.

A função G48, tal e como se explica mais adiante, é modal e indica quando se começa a trabalhar com transformação TCP e quando se anula a mesma.

A função G48, transformação TCP, pode ser utilizada junto com as funções G49, movimento no Plano Inclinado e G47, movimento conforme os eixos da ferramenta.

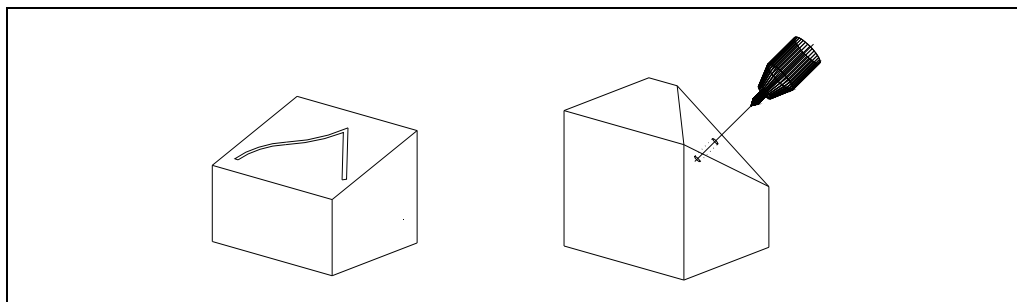
15.1 Movimento em plano inclinado

Se denomina plano inclinado a qualquer plano do espaço resultante da transformação de coordenadas dos eixos X, Y, Z.

O CNC permite selecionar qualquer plano do espaço e efetuar usinagens no mesmo.

A programação de cotas se realiza como sempre, como se se tratasse do plano XY, mas a execução se efetua no plano inclinado definido.

Sempre que se deseje trabalhar com planos inclinados se devem seguir os seguintes passos:

1. Definir, mediante a função G49, o plano inclinado correspondente à usinagem. A função G49 está explicada mais adiante neste mesmo capítulo.
2. O CNC mostra nas variáveis TOOROF, TOOROS e nos parâmetros P297, P298 a posição que devem ocupar os eixos rotativos do spindle, principal e secundário respectivamente, para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado.
3. Se se deseja trabalhar com a ferramenta perpendicular ao plano inclinado, orientar os eixos rotativos da árvore na posição indicada.

A partir deste momento os deslocamentos dos eixos X, Y se efetuarão ao longo do plano inclinado selecionado e os deslocamentos do eixo Z serão perpendicular ao mesmo.

15.1.1 Definição de plano inclinado (G49)

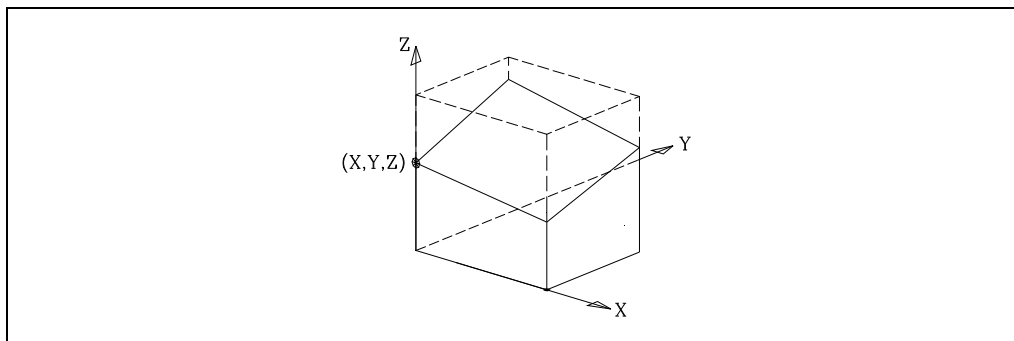
A função G49 permite definir uma transformação de coordenadas ou, dito por outras palavras, o plano inclinado resultante da referida transformação. Há várias formas de definir a função G49.

G49 X Y Z A B C

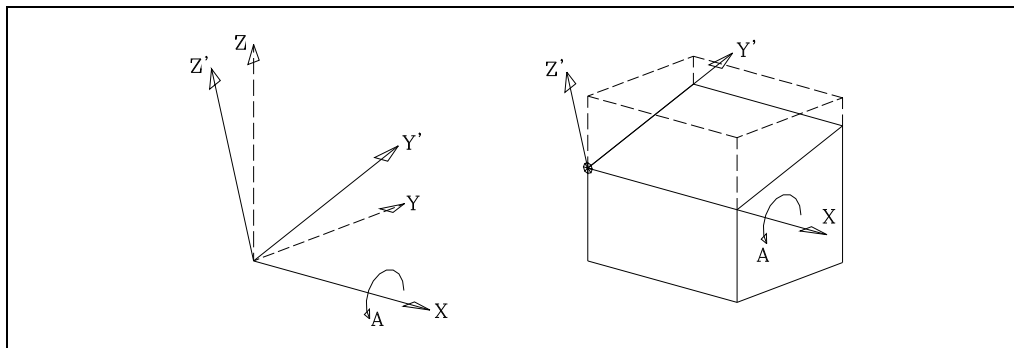
Define o plano inclinado resultante de ter rodado primeiro sobre o eixo X, depois sobre o Y e por fim sobre o Z as quantidades indicadas no A, B, C respectivamente.

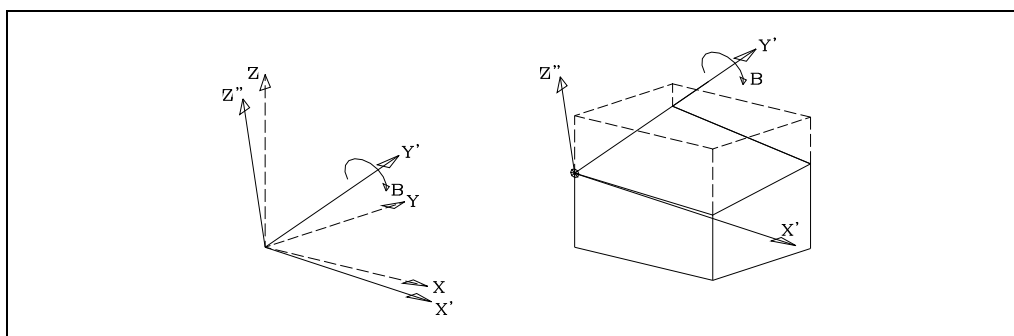
X Y Z

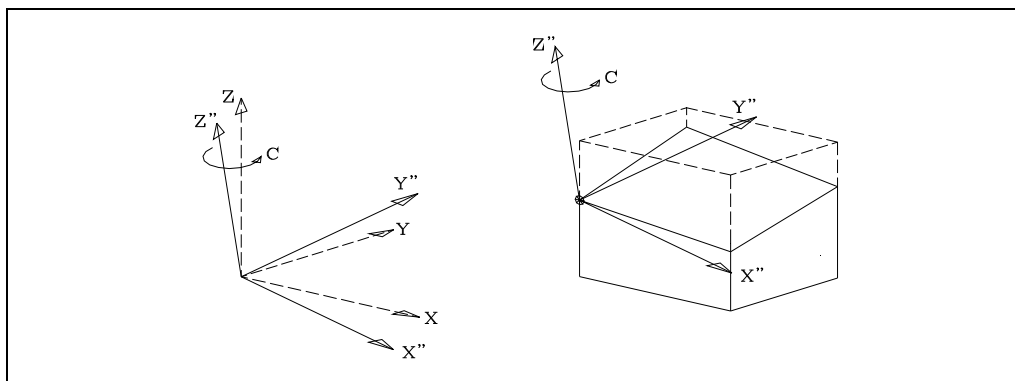
Definem a origem de coordenadas do plano inclinado.

Indicam as cotas em X, Y, Z com respeito ao origem de coordenadas atual.

A B C

Definem o plano inclinado resultante de:

Ter rodado primeiro sobre o eixo X, o indicado pelo A.

O novo sistema de coordenadas resultante desta transformação se denomina X Y' Z' uma vez que os eixos Y, Z foram rodados.

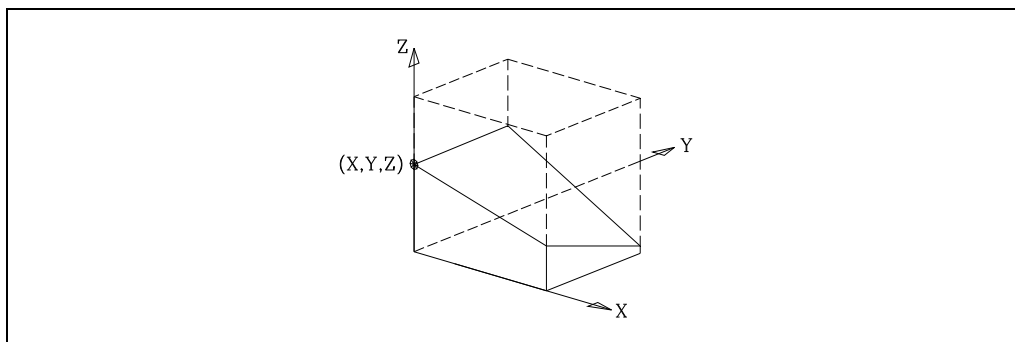
A seguir se deve rodar sobre o eixo Y', o indicado pelo B.

O novo sistema de coordenadas resultante desta transformação denomina-se X' Y' Z" já que os eixos X, Z foram rodados.

Por último rodar sobre o eixo Z'', o indicado pelo C.

G49 X Y Z Q R S

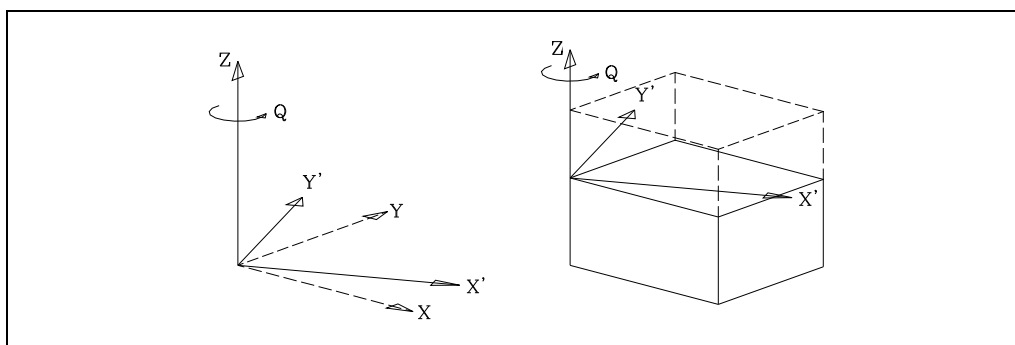
Coordenadas esféricas. Define o plano inclinado resultante de ter rodado primeiro sobre o eixo Z, depois sobre o Y e novamente sobre o Z as quantidades indicadas no Q, R, S respectivamente.

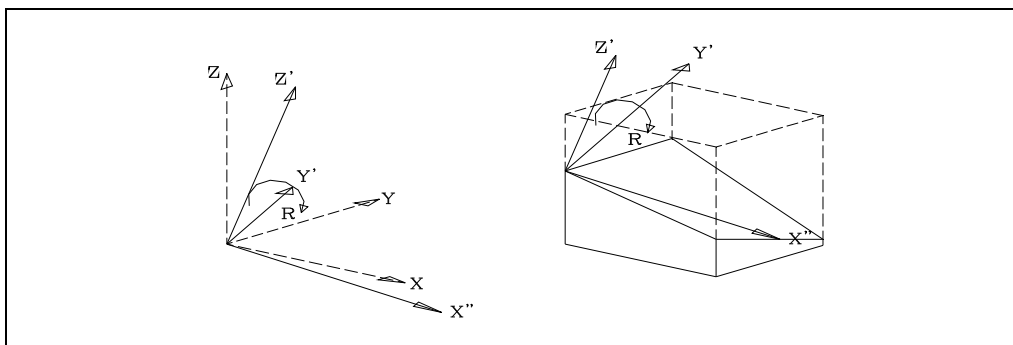
X Y Z

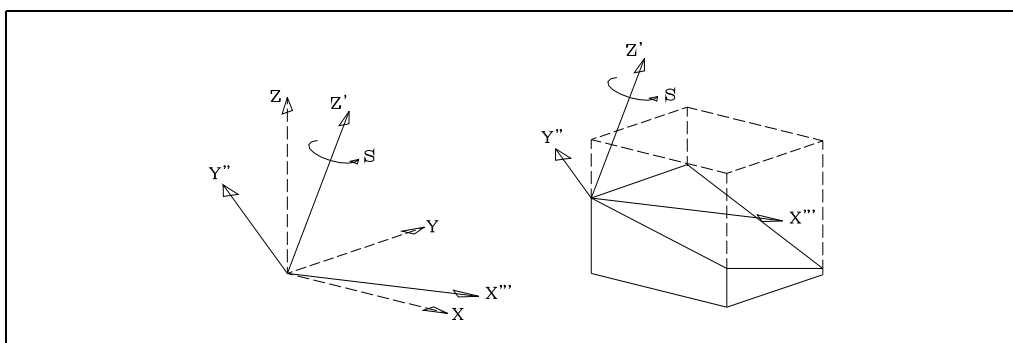
Definem a origem de coordenadas do plano inclinado.

Indicam as cotas em X, Y, Z com respeito ao origem de coordenadas atual.

Q R S

Definem o plano inclinado resultante de:

Ter rodado primeiro sobre o eixo Z, o indicado pelo Q.

O novo sistema de coordenadas resultante desta transformação se denomina X' Y' Z uma vez que os eixos X, Y foram rodados.

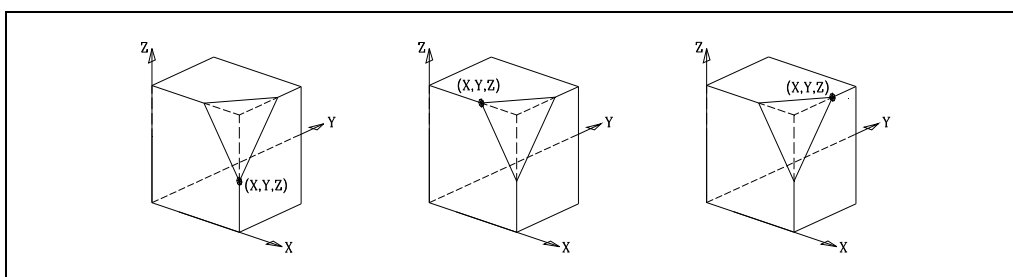
A seguir se deve rodar sobre o eixo Y', o indicado pelo B.

O novo sistema de coordenadas resultante desta transformação se denomina X'' Y' Z' uma vez que os eixos X, Z foram rodados.

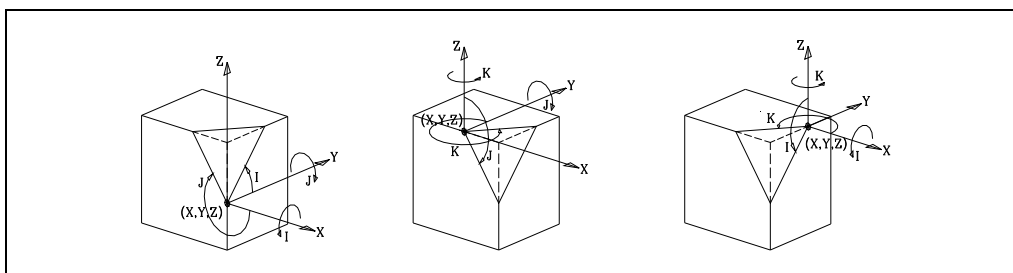
Por último rodar sobre o eixo Z', o indicado pelo S.

G49 X Y Z I J K R S

Define o plano inclinado especificando os ângulos que formam o novo plano inclinado com os eixos X Y Z do sistema de coordenadas de máquina.

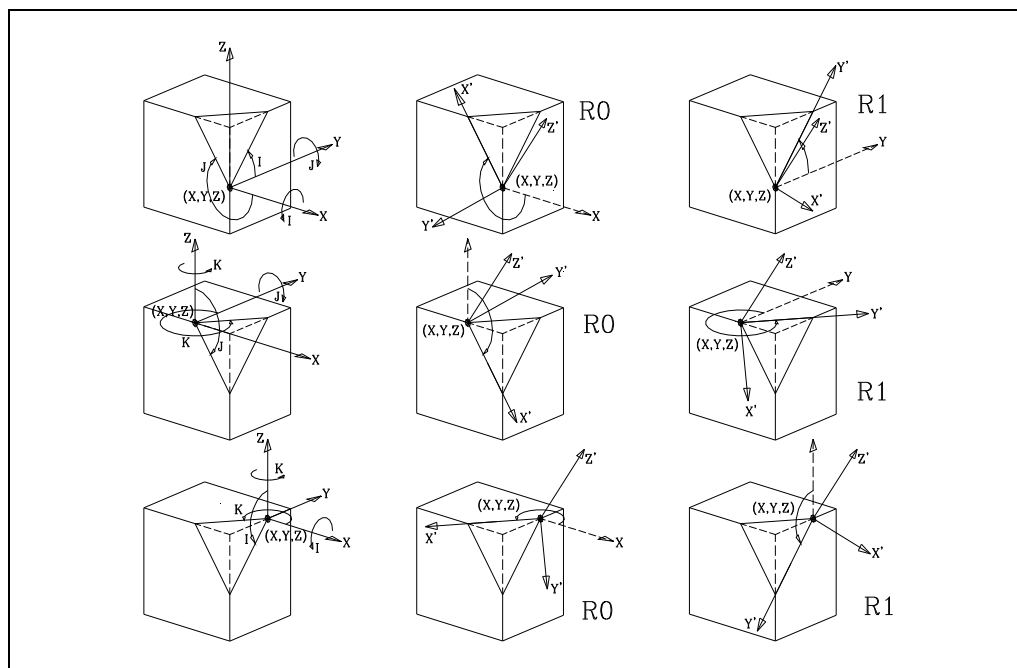
X Y Z

Definem a origem de coordenadas do plano inclinado.

Indicam as cotas em X, Y, Z com respeito ao origem de coordenadas atual.

I J K

Definem os ângulos que formam o novo plano inclinado com os eixos X Y Z do sistema de coordenadas de máquina. Destes três ângulos, somente se programam dois deles.

R

Define qual dos eixos (X', Y') do novo plano cartesiano fica em alinhamento com o canto. Se R0 fica em alinhamento o eixo X' e se R1 fica em alinhamento o eixo Y'. Se não se programa se aceita o valor R0.

S

Permite efetuar uma rotação de coordenadas sobre o novo plano cartesiano.

G49 T X Y Z S

Define um novo plano de trabalho perpendicular à direção que ocupa a ferramenta.

É aconselhável possuir uma árvore ortogonal, esférica ou angular (parâmetro de máquina geral "XFORM (P93)" com valor 2 ou 3) quando se utiliza esta forma de definição.

T

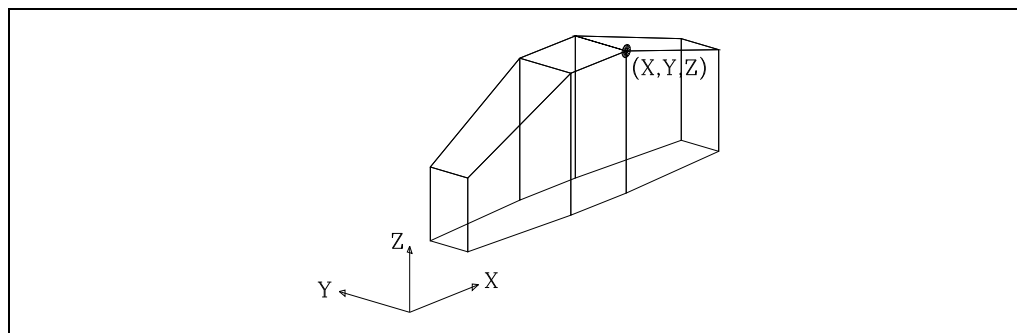
Indica que se deseja selecionar um plano de trabalho perpendicular à direção que ocupa a ferramenta.

X Y Z

Definem a origem de coordenadas do plano inclinado.

Indicam as cotas em X, Y, Z com respeito ao origem de coordenadas atual.

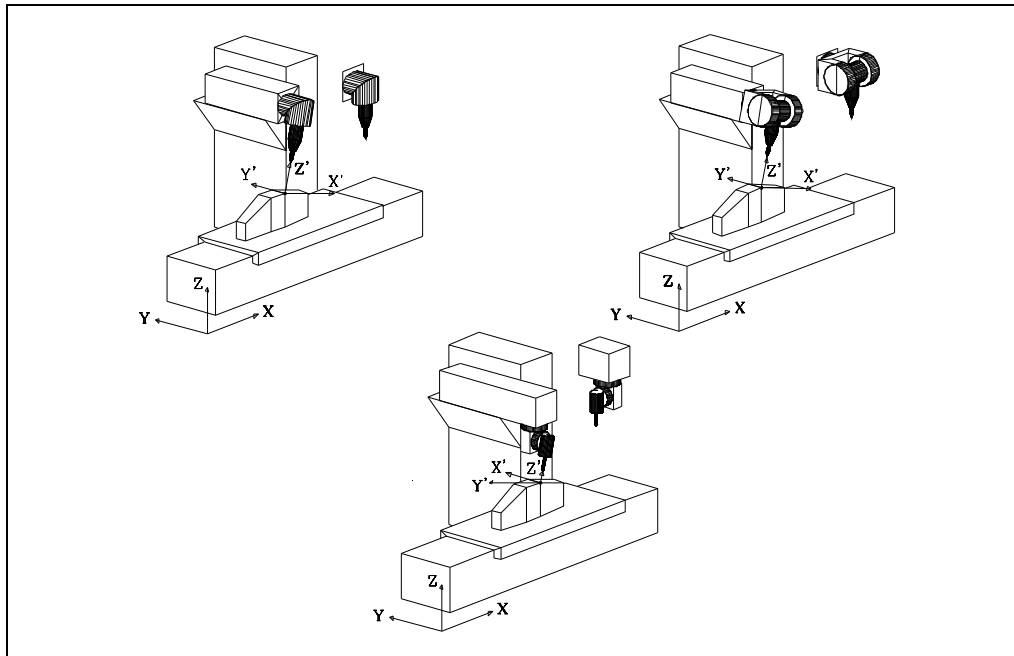
S

Permite efetuar uma rotação de coordenadas sobre o novo Z' correspondente ao novo plano de trabalho.

O novo plano de trabalho ficará perpendicular à direção que ocupa a ferramenta.

O eixo Z mantém a mesma orientação que a ferramenta.

A orientação dos eixos X, Y no novo plano de trabalho depende do tipo de spindle e da forma na que estão orientados os eixos rotativos do spindle.

Ao ajustar a máquina, deve-se definir como posição de repouso do spindle quando a ferramenta está paralela ao eixo Z da máquina.

Posteriormente, cada vez que se roda o spindle, se rodam as coordenadas relativas da ferramenta.

Desta maneira, nas duas máquinas da esquerda somente rodou o eixo rotativo principal.

Pelo contrário na máquina da direita, para conseguir a mesma orientação da ferramenta giraram ambos os eixos rotativos, o principal e o secundário.

Se na máquina da direita se deseja que os eixos X', Y' fiquem orientados como nos outros 2 casos, terá que ser programado:

```
G49 T XYZ S-90
```

O ato de programar S-90 obriga rodar -90° sobre o novo Z', correspondente ao novo plano de trabalho, e compensar desta forma a rotação do eixo rotativo principal.

15.1.2 G49 em árvores oscilantes

À função G49, definição do plano inclinado, se acrescentou o parâmetro W. Indica que se trata de um spindle oscilante e se deve definir no final: G49 ****** W.

G49 X Y Z A B C W	G49 X Y Z Q R S W
G49 X Y Z I J K R S W	G49 T X Y Z S W

O spindle se dirige ao novo plano e os deslocamentos posteriores se realizam em X, Y, W.

Para observar os gráficos no novo plano, personalizar o parâmetro de máquina geral GRAPHICS (P16)=1.

Quando se pretende realizar ciclos fixos no plano inclinado existem duas alternativas:

- Depois de definir o plano (G49****W) selecionar o eixo W como eixo longitudinal (G15 W), para que os deslocamentos programados em Z se realizem sobre o eixo W.
- Comutar os eixos Z-W (G28 ZW) antes de definir o plano (G49 **** W), para que os deslocamentos programados em Z se realizem sobre o eixo W.

Para desativar o plano inclinado programar G49 só.

15.1.3 G49 em árvores tipo Hurón

Quando se define um novo plano inclinado, o CNC proporciona a posição que devem ocupar cada um dos eixos rotativos para situar a ferramenta perpendicular ao novo plano.

A referida posição vem indicada nas variáveis TOOROF, TOOROS e nos parâmetros aritméticos P297, P298.

Como nos spindles do tipo Furão (árvores a 45º) tem duas soluções possíveis, à função G49, definição do plano inclinado, se lhe há acrescentado o parâmetro L que indica qual das duas soluções se deseja utilizar. É opcional e se define no final: G49 ****** L.

G49 X Y Z A B C L   G49 X Y Z Q R S L

G49 X Y Z I J K R S L   G49 T X Y Z S L

Se não se define "L" ou se define "L0" se proporciona a solução na qual a rotação principal (a articulação mais próxima à guia ou mais afastada da ferramenta) está mais próxima de 0º.

Quando se define "L1" se proporciona a outra solução (a articulação mais afastada à guia).

Quando se programa "L" no resto dos spindles, se mostra o erro "Opção não disponível".

15.1.4 Considerações à função G49

A programação de G49 não está permitida nos seguintes casos:

- No modelo GP.
- Desde o canal de PLC (mesmo que desde o canal de usuário).
- Dentro de uma definição de perfil para bolsões ou outros ciclos.

Para poder trabalhar com transformação de coordenadas (G49) os eixos X, Y, Z devem estar definidos, formar o triedro ativo e ser lineares. Se permite que os eixos X, Y, Z tenham associados eixos gantry, eixos acoplados ou eixos sincronizados por PLC.

Quando se deseja trabalhar com transformação de coordenadas e efetuar rosqueamentos rígidos em planos inclinados, é conveniente efetuar os ajustes de ganhos em todos os eixos (não só em Z) utilizando os segundos ganhos e acelerações.

Os parâmetros de máquina associados à função G49 são opcionais. Quando se programa a função G49 sem parâmetros, se anula a transformação de coordenadas ativa.

A função G49 é modal e não se permite definir mais funções G no bloco.

A transformação de coordenadas se mantém ativa incluso depois de um desliga-liga do CNC.

Para anulá-la se deve programar:

G49 E1	anula, mas continua mantendo o zero peça definido na transformação.
G49 E0 ou G49	Anula e se recupera o zero peça que tinha antes de ativar a função G49.
G74	Anula, ativa a busca de referencia de máquina e recupera o zero peça que tinha, antes de ativar a função G49.

Estando ativada uma transformação de coordenadas permite-se realizar deslocamentos de origem G54-G59, rotações do sistema de coordenadas (G73) e pré-seleções (G92, G93).

Da mesma maneira, não se permite:

- Programar uma nova transformação de coordenadas, sem antes anular a anterior.
- Trabalho com apalpador (G75).
- Movimentos contra batente (G52).

15.1.5 Variáveis associadas à função G49

Variáveis de leitura associadas à definição da função G49.

ORGROX ORGROY ORGROZ

Cotas do novo zero peça com respeito ao zero máquina.

ORGROA ORGROB ORGROC

Valores atribuídos aos parâmetros A, B, C.

ORGROI ORGROJ ORGROK

Valores atribuídos aos parâmetros I, J, K.

ORGROQ ORGROR ORGROS

Valores atribuídos aos parâmetros Q, R, S.

GTRATY

Tipo de G49 programado.

0 = não há G49 definida.

1 = Tipo G49 X Y Z A B C

2 = Tipo G49 X Y Z Q R S

3 = Tipo G49 T X Y Z S

4 = Tipo G49 X Y Z I J K R S

Todas as vezes que se programa a função G49, o CNC atualiza os valores dos parâmetros que se definiram.

Por exemplo, se se programa G49 XYZ ABC o CNC atualiza as variáveis ORGROX, ORGROY, ORGROZ, ORGROA, ORGROB, ORGROC. O resto das variáveis mantêm o valor anterior.

Variáveis de leitura e escritura que atualiza o CNC depois de executada a função G49.

Sempre que se possua um spindle ortogonal, esférico ou angular, parâmetro de máquina geral "XFORM (P93)" com valor 2 ou 3, o CNC mostra a seguinte informação:

TOOROF

Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo principal da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado.

TOOROS

Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo secundário da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado.

Se se acessa às variáveis TOOROF ou TOOROS se detém a preparação de blocos e se espera que o referido comando se execute, para começar novamente a preparação de blocos.

15.1.6 Variáveis associadas à função G49

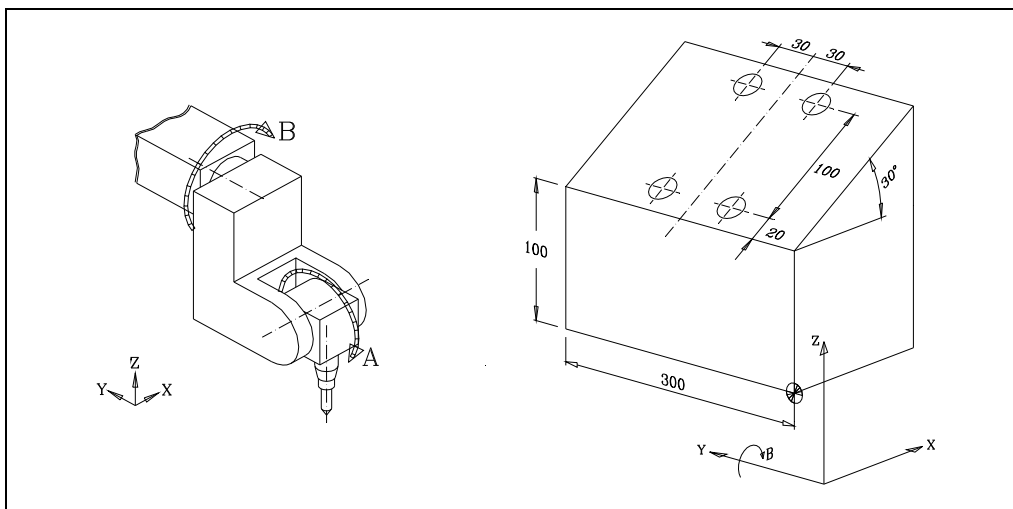
Depois de executada a função G49 o CNC atualiza os parâmetros globais P297 e P298:

P297 Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo principal da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado. É o mesmo valor que mostra a variável TOOROF.

P299 Indica a posição que deve ocupar o eixo rotativo secundário da árvore para situar a ferramenta perpendicular ao plano inclinado indicado. É o mesmo valor que mostra a variável TOOROS.

Estes parâmetros são globais, por isso, podem ser modificados pelo usuário ou incluso por ciclos de apalpamento do próprio CNC.

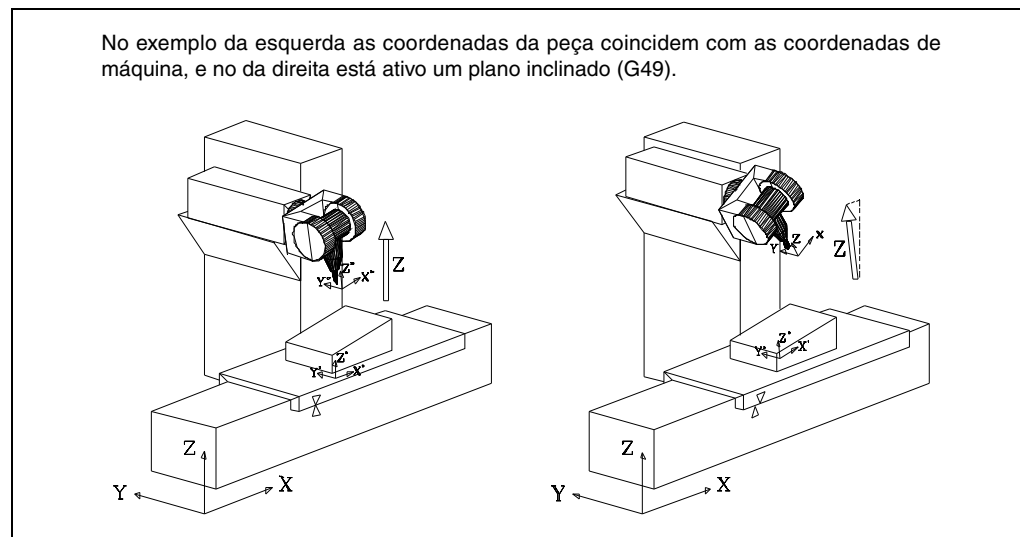
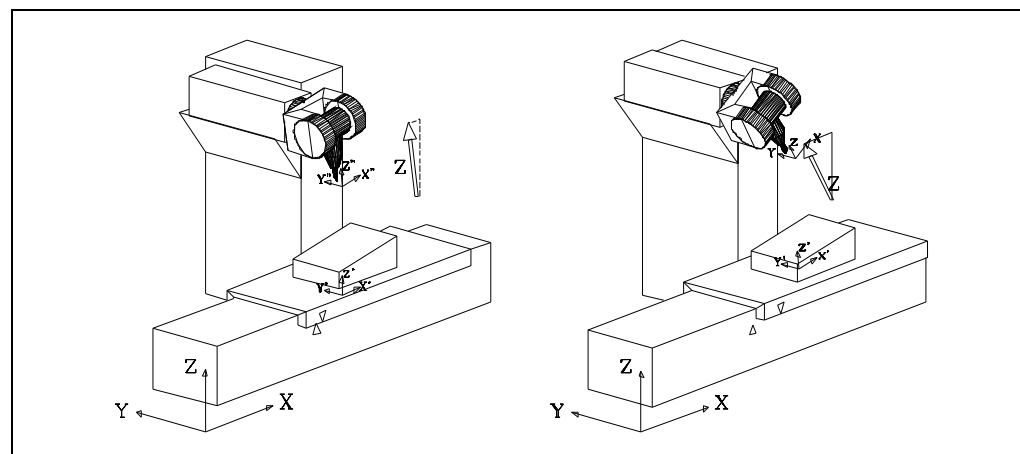
É conveniente utilizá-los depois a execução da função G49. Se isto não acontece, se aconselha utilizar as variáveis TOOROF e TOOROS.

15.1.7 Exemplo de programação

G49 X0 Y0 Z100 B-30	Define plano inclinado.
G01 AP298 BP297	Posiciona o eixo principal (B) e o secundário (A) para que a ferramenta fique perpendicular ao plano. A ordem de programação é ABC, independentemente de qual seja o eixo principal e o secundário.
G90 G01 Z5	Aproximação da ferramenta ao plano de trabalho.
G90 G01 X20 Y120	Posicionamento no primeiro ponto.
G??	Usinagem do primeiro ponto.
G91 G01 Y60	Posicionamento no segundo ponto.
G??	Usinagem do segundo ponto.
G91 G01 X100	Posicionamento no terceiro ponto.
G??	Usinagem do terceiro ponto.
G91 G01 Y-60	Posicionamento no último ponto.
G??	Usinagem do último ponto.
G90 G01 Z 20	Retirar a ferramenta.
G49	Anular plano inclinado.

15.2 Deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta (G47).

É aconselhável, quando se utiliza esta função, possuir uma árvore ortogonal, esférica ou angular (parâmetro de máquina geral "XFORM (P93)" com valor 2 ou 3).

Quando não se utiliza a função G47 a ferramenta se move conforme o sistema de coordenadas peça.

No exemplo da esquerda as coordenadas da peça coincidem com as coordenadas de máquina, e no da direita está ativo um plano inclinado (G49).

Para deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta, se deve utilizar a função G47 ao programar o deslocamento do eixo Z (G01 G47 Z).

Os deslocamentos programados mediante a função G47 são sempre incrementais.

A função G47 não é modal e somente atua dentro do bloco, de trajetória linear, onde foi programada.

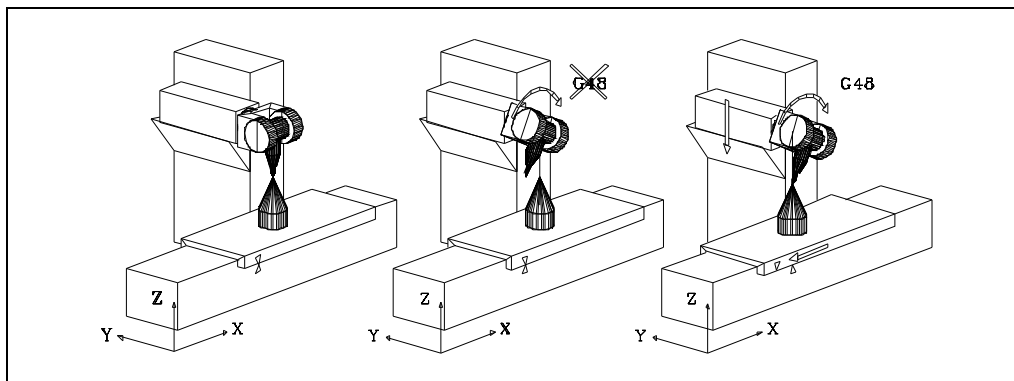
A função G47 também pode programar-se estando ativas as funções G48 e G49.

15.3 Transformação TCP (G48)

Para poder utilizar esta função é necessário que as articulações do spindle possuam transdutor e estejam controladas pelo CNC.

Quando se trabalha com transformação TCP, Tool Center Point, o CNC permite modificar a orientação da ferramenta sem modificar a posição que ocupa a ponta da mesma (cotas da peça).

É lógico, que o spindle deve ser ortogonal, esférico ou angular, parâmetro de máquina geral "XFORM (P93)" diferente de zero.

Para poder posicionar a ferramenta sem modificar a posição que ocupa a ponta da mesma, o CNC deve deslocar vários eixos da máquina.

A ativação e desativação da transformação TCP se realiza mediante a função G48.

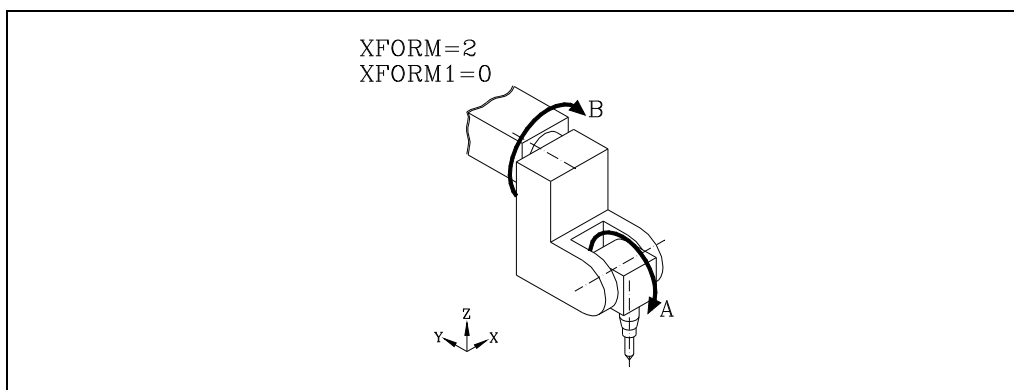
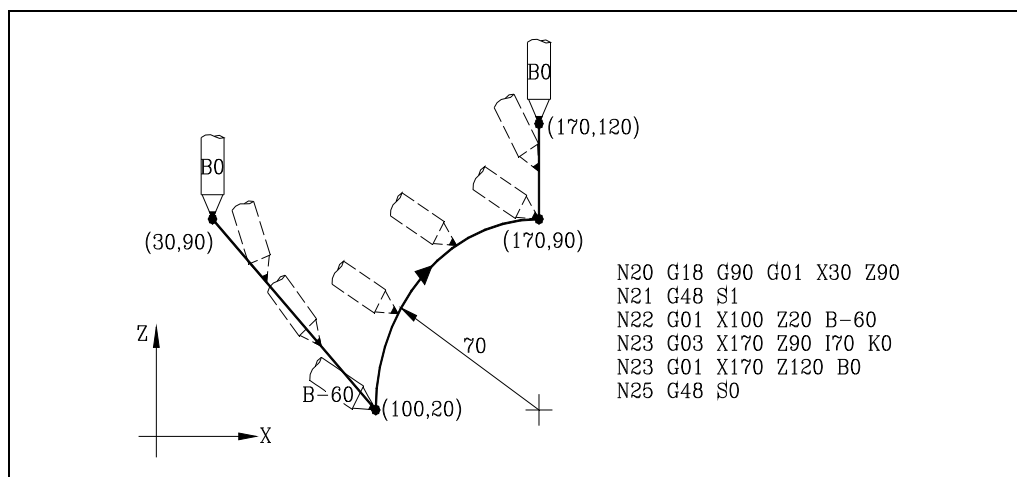
G48 S1	Ativação da transformação TCP
G48 S0	Desativação da transformação TCP

Também se desativa a transformação TCP ao programar a função G48 sem parâmetros.

A função G48 é modal e se programa sozinha no bloco.

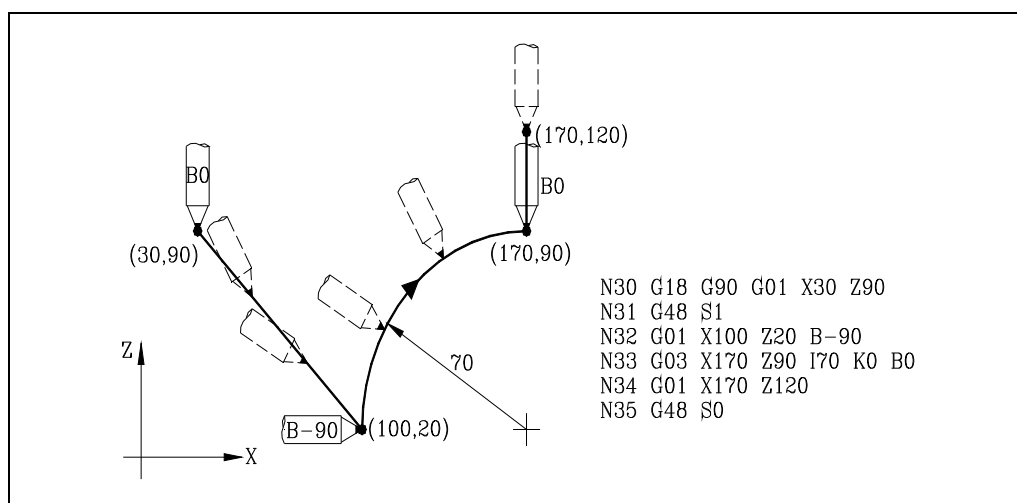
Depois de estar ativada a transformação TCP se pode combinar posicionamentos do spindle com interpolações lineares e circulares.

Para orientar o spindle tem que programar a posição angular que deve ocupar o eixo rotativo principal e secundário do spindle.

Nos exemplos que se citam a seguir se possui do seguinte spindle ortogonal:

Exemplo –A–
Interpolação circular mantendo fixa a orientação da ferramenta.

- O bloco N20 seleciona o plano ZX (G18) e posiciona a ferramenta no ponto de começo (30,90).
- O bloco N21 ativa a transformação TCP.
- O bloco N22 posiciona a ferramenta no ponto (100,20) podendo orientar-la em -60º.

  O CNC efetua uma interpolação dos eixos XZB efetuando a interpolação linear programada e rodando a ferramenta, durante o deslocamento dos eixos, desde a posição inicial (0º) até à orientação final programada (-60º).
- O bloco N23 efetua uma interpolação circular até ao ponto (170,90) mantendo a mesma orientação de ferramenta em todo o curso.
- O bloco N24 posiciona a ferramenta no ponto (170.120) podendo orientar-la em 0º.

  O CNC efetua uma interpolação dos eixos XZB efetuando a interpolação linear programada e rodando a ferramenta, durante o deslocamento dos eixos, desde a posição atual (60º) até à orientação final programada (0º).
- O bloco N25 desativa a transformação TCP.

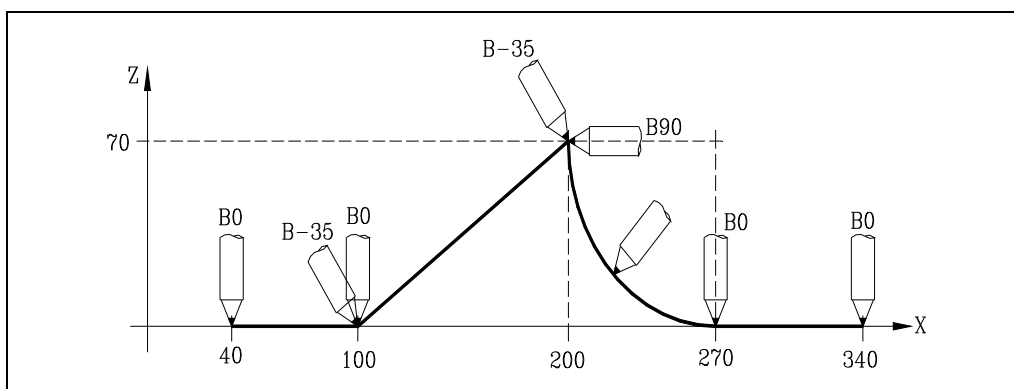
Exemplo –B–
Interpolação circular com a ferramenta perpendicular à trajetória

- O bloco N30 seleciona o plano ZX (G18) e posiciona a ferramenta no ponto de começo (30,90).
- O bloco N31 ativa a transformação TCP.
- O bloco N32 posiciona a ferramenta no ponto (100,20) podendo orientar-la em -90º.

  O CNC efetua uma interpolação dos eixos XZB efetuando a interpolação linear programada e rodando a ferramenta, durante o deslocamento dos eixos, desde a posição inicial (0º) até à orientação final programada (-90º).

- O bloco N33 efetua uma interpolação circular até ao ponto (170,90) fixando a orientação final da ferramenta em (0º).

  O CNC efetua uma interpolação dos eixos XZB efetuando a interpolação circular programada e rodando a ferramenta, durante o deslocamento dos eixos, desde a posição inicial (-90º) até à orientação final programada (0º).

  Como ambas as orientações são radiais, a ferramenta se mantém durante todo o deslocamento orientada de maneira radial, isto é, perpendicular à trajetória.
- O bloco N34 posiciona a ferramenta no ponto (170,120).
- O bloco N35 desativa a transformação TCP.

Exemplo –C– Usinagem dum perfil

G18 G90	Seleciona o plano ZX (G18)
G48 S1	Ativa a transformação TCP.
G01 X40 Z0 B0	Posiciona a ferramenta em (40.0) podendo orientar-la em 0º.
X100	Deslocamento até (100,0) com ferramenta orientada em (0º)
B-35	Orienta a ferramenta a (-35º)
X200 Z70	Deslocamento até (200.70) com ferramenta orientada em (-35º)
B90	Orienta a ferramenta a (90º)
G02 X270 Z0 R70 B0	Interpolação circular até (270,0) mantendo a ferramenta perpendicular à trajetória
G01 X340	Deslocamento até (340,0) com ferramenta orientada em (0º)
G48 S0	Desativa a transformação TCP.

15.3.1 Considerações à função G48

A programação de G49 não está permitida nos seguintes casos:

- No modelo GP.
- Desde o canal de PLC (mesmo que desde o canal de usuário).

Para poder trabalhar com transformação TCP (G48) os eixos X, Y, Z devem estar definidos, formar o triedro ativo e ser lineares. Se permite que os eixos X, Y, Z tenham associados eixos gantry, eixos acoplados ou eixos sincronizados por PLC.

Quando se deseja trabalhar com transformação TCP e efetuar rosqueamentos rígidos em planos inclinados é conveniente efetuar os ajustes de ganhos em todos os eixos (não só em Z) utilizando os segundos ganhos e acelerações.

A transformação TCP se mantém ativa incluso depois de um desliga-liga do CNC.

Se permite a programação de G48 estando G49 ativa e vice-versa.

Para anular a transformação TCP se deve programar a função G48 S0 ou G48 sem parâmetros, também se desativa depois de uma busca de referência de máquina (G74).

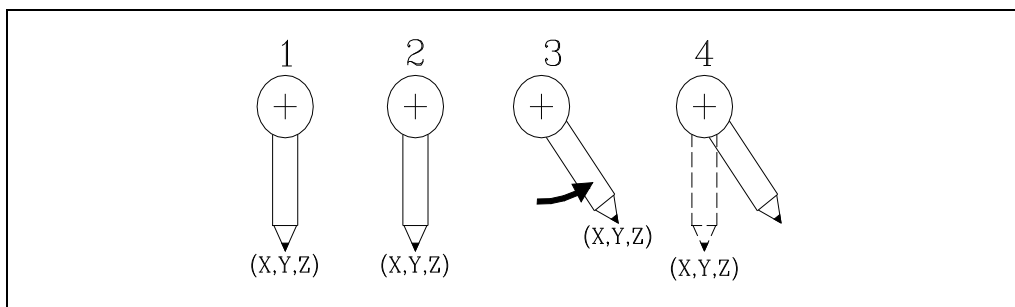
Estando ativada a transformação TCP permite-se realizar:

- Deslocamentos de origem G54-G59
- Rotação do sistema de coordenadas (G73)
- Pré-seleções (G92, G93).
- Movimentos em jog contínuo, jog incremental e volante

Da mesma maneira, não se permite:

- Trabalho com apalpador (G75).
- Efetuar arredondamentos e chanfros pois durante o bloco de arredondamento ou chanfrado se mantém a orientação da ferramenta.
- A compensação do comprimento G43 pois o TCP em si, já implica compensação de comprimento especifica. Os programas CAD/CAM normalmente programam a cota da base do spindle.

Se deve ter especial cuidado ao ativar e desativar a função G48.

- Quando está ativa a função G48, o CNC mostra as cotas da ponta da ferramenta.
- Quando não está ativa a função G48, o CNC mostra as cotas correspondentes à base da ferramenta ou à ponta teórica (ferramenta não rodada).

1. Não está ativa a função G48. El CNC mostra as cotas da ponta.
2. A função G48 se ativa. El CNC segue mostrando as cotas da ponta.
3. Se roda a ferramenta. Como está ativa a função G48, o CNC segue mostrando as cotas da ponta.
4. A função G48 se desativa. El CNC mostra as cotas correspondentes da ponta teórica (ferramenta não rodada).

Quando se trabalha com planos inclinados e transformação TCP se recomenda seguir a seguinte ordem de programação:

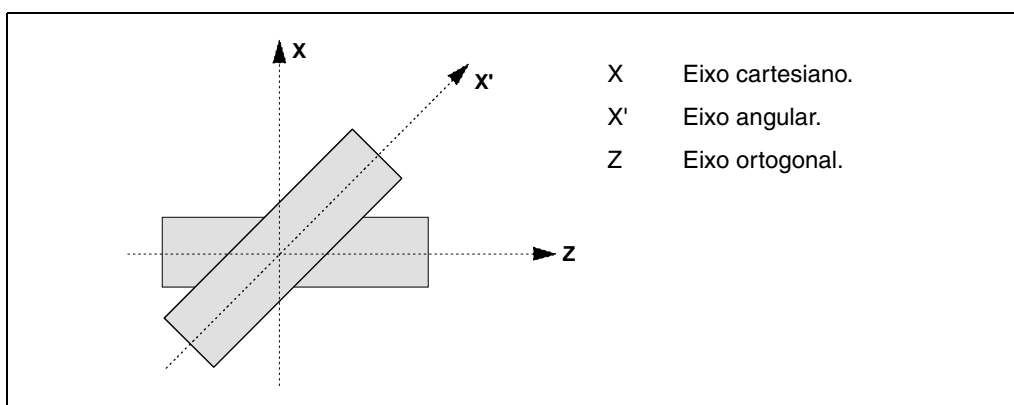
G48 S1	Ativa a transformação TCP.
G49 ...	Definição de plano inclinado.
G01 AP298 BP297	Posicionar a ferramenta perpendicular ao plano.
G...	Começo da usinagem.
...	Final da usinagem
G49	Anular plano inclinado.
G48 S0	Desativar a transformação TCP.
M30	Fim programa de usinagem.

É conveniente ativar primeiro a transformação TCP, já que permite orientar a ferramenta sem modificar a posição que ocupa a ponta da mesma, evitando desta maneira choques não desejados.

TRANSFORMAÇÃO ANGULAR DE EIXO INCLINADO.

16

Com a transformação angular de eixo inclinado se conseguem realizar movimentos ao longo de um eixo que não está a 90º com respeito a outro. Os deslocamentos se programam no sistema cartesiano e para realizar os deslocamentos se transformam em movimentos sobre os eixos reais.

Em algumas máquinas os eixos não estão configurados ao estilo cartesiano, mas sim formam ângulos diferentes de 90º entre si. Um caso típico é o eixo X de torno que por motivos de robustez não forma 90º com o eixo Z, e tem outro valor.

Para poder programar no sistema cartesiano (Z-X), tem que ativar uma transformação angular de eixo inclinado, que converta os movimentos aos eixos reais não perpendiculares (Z-X'). Desta maneira, um movimento programado no eixo X se transforma em movimentos sobre os eixos Z-X'; isto é, se passa a fazer movimentos ao longo do eixo Z e do eixo angular X'.

Ativação e desativação da transformação angular.

O CNC não assume nenhuma transformação depois da ligação; a ativação das transformações angulares se realiza desde o programa de usinagem mediante a função G46.

A desativação das transformações angulares se realiza desde o programa de usinagem mediante a função G46. Opcionalmente, também se poderá "congelar" uma transformação para deslocar o eixo angular, programando em cotas cartesianas.

Influência do reset, do apagamento e da função M30.

A transformação angular de eixo inclinado se mantém ativa depois de um reset, M30 e incluso depois de um desligamento e ligamento do controle.

Considerações à transformação angular de eixo inclinado.

Os eixos que configuram a transformação angular devem ser lineais. Ambos os eixos podem ter associados eixos Gantry, estar acoplados ou estar sincronizados por PLC.

Se a transformação angular está ativa, as cotas visualizadas serão as do sistema cartesiano. Em caso contrário, se visualizam as cotas dos eixos reais.

Com a transformação ativa permite-se realizar as seguintes operações:

- Deslocamento de origem.
- Pré-seleções de cotas.
- Movimentos em jog contínuo, jog incremental e volantes.

Com a transformação ativa não se permite realizar as seguintes operações:

- Movimentos contra batente.
- Rotação de coordenadas.
- Avanço superficial em fresadora.

Busca de referência de máquina.

A função G46 se desativa quando se faz a busca de referência de algum dos eixos que formam parte da transformação angular (parâmetros de máquina ANGAXNA e ORTAXNA). Quando se faz a busca de referência de eixos que não intervém na transformação angular, a função G46 se mantém ativa.

Durante a busca de referência de máquina os deslocamentos se realizam nos eixos reais.

Movimentos em modo manual (jog e volantes).

Os deslocamentos em modo manual se poderão realizar nos eixos reais ou nos eixos cartesianos, em função de como o tenha definido o fabricante. A seleção se realiza desde o PLC (MACHMOVE) e pode estar disponível, por exemplo, desde uma tecla do usuário.

16.1 Ativação e desativação da transformação angular

Ativação da transformação angular

Com a transformação ativa, os deslocamentos se programam no sistema cartesiano e para realizar os deslocamentos o CNC as transforma em movimentos sobre os eixos reais. As cotas visualizadas na tela serão as do sistema cartesiano.

A ativação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S1
```

Esta instrução torna a ativar uma transformação angular congelada. Ver *"16.2 Congelação da transformação angular"* na página 434.

Desativação da transformação angular

Sem a transformação ativa, os deslocamentos se programam e se executam no sistema de eixos reais. As cotas visualizadas na tela serão as dos eixos reais.

A desativação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S0
G46
```

A transformação angular de eixo inclinado se mantém ativa depois de um reset, M30 e incluso depois de um desligamento e ligamento do controle.

16.2 Congelação da transformação angular

A congelação da transformação angular é um modo especial para realizar movimentos ao longo do eixo angular, mas se deve programar a cota no sistema cartesiano. Durante os movimentos em modo manual não se aplica o congelamento da transformação angular.

A congelação da transformação angular se realiza mediante a função G46, sendo o formato de programação o seguinte.

```
G46 S2
```

Programação de deslocamentos depois de congelar a transformação angular.

Com uma transformação angular congelada, no bloco de movimento somente se deve programar a cota do eixo angular. Se se programa a cota do eixo ortogonal, o deslocamento se realiza conforme a transformação angular normal.

Desativar a congelação de uma transformação.

A congelação de uma transformação angular se desativa depois de um reset ou M30. A ativação da transformação (G46 S1) também desativa a congelação.

APÊNDICES

PROGRAMAÇÃO EM CÓDIGO ISO

Função	M	D	V	Significado	Seção
G00	*	?	*	Posicionamento em rápido	6.1
G01	*	?	*	Interpolação linear	6.2
G02	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à direita	6.3 / 6.7
G03	*		*	Interpolação circular (helicoidal) à esquerda	6.3 / 6.7
G04				Temporização/Detenção da preparação de blocos	7.1 / 7.2
G05	*	?	*	Arredondamento de aresta	7.3.2
G06			*	Centro de circunferência em coordenadas absolutas	6.4
G07	*	?		Aresta viva	7.3.1
G08			*	Circunferência tangente à trajetória anterior.	6.5
G09			*	Circunferência por três pontos	6.6
G10	*	*		Anulação de espelhamento	7.5
G11	*		*	Espelhamento em X	7.5
G12	*		*	Espelhamento em Y	7.5
G13	*		*	Espelhamento em Z	7.5
G14	*		*	Espelhamento nas direções programadas	7.5
G15	*		*	Seleção do eixo longitudinal	8.2
G16	*		*	Seleção plano principal por dois direções e eixo longitudinal	3.2
G17	*	?	*	Plano principal X-Y e longitudinal Z	3.2
G18	*	?	*	Plano principal Z-X e longitudinal Y	3.2
G19	*		*	Plano principal Y-Z e longitudinal X	3.2
G20				Definição limites inferiores zonas de trabalho	3.7.1
G21				Definição limites superiores zonas de trabalho	3.7.1
G22			*	Habilitação / inabilitação zonas de trabalho	3.7.2
G28	*		*	Seleciona o segundo spindle	5.4
G29	*	*		Seleciona a árvore principal	5.4
G28-29			*	Comutação de eixos	7.5
G30	*		*	Sincronização de árvores principais (defasagem)	5.5
G32	*		*	Avanço F como função inversa do tempo	6.15
G33	*		*	Rosqueamento eletrónico	6.12
G34				Rosqueamento de passo variável	6.13
G36			*	Arredondamento de arestas	6.10
G37			*	Entrada tangencial	6.8
G38			*	Saída tangencial	6.9
G39			*	Chanfrado	6.11
G40	*	*		Anulação de compensação radial	8.1
G41	*		*	Compensação radial ferramenta à esquerda	8.1
G41 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G42	*		*	Compensação radial ferramenta à direita	8.1
G42 N	*		*	Detecção de choques	8.3
G43	*	?	*	Compensação longitudinal	8.2
G44	*	?		Anulação de compensação longitudinal	8.2
G45	*		*	Controle tangencial (G45)	6.16
G47			*	Deslocar a ferramenta conforme o sistema de coordenadas da ferramenta	15.2
G48	*		*	Transformação TCP	15.3
G49	*		*	Definição de plano inclinado	15.1
G50	*		*	Arredondamento de aresta controlada	7.3.3
G51	*		*	Look-Ahead	7.4
G52			*	Movimento contra batente	6.14
G53			*	Programação com respeito ao zero máquina	4.3
G54	*		*	Deslocamento de origem absoluto 1	4.4.2
G55	*		*	Deslocamento de origem absoluto 2	4.4.2
G56	*		*	Deslocamento de origem absoluto 3	4.4.2
G57	*		*	Deslocamento de origem absoluto 4	4.4.2
G58	*		*	Deslocamento de origem aditivo 1	4.4.2
G59	*		*	Deslocamento de origem aditivo 2	4.4.2

Função	M	D	V	Significado	Seção
G60			*	Usinagem multíplice em linha reta	10.1
G61			*	Usinagem multíplice formando um paralelogramo	10.2
G62			*	Usinagem multíplice em malha	10.3
G63			*	Usinagem multíplice formando uma circunferência	10.4
G64			*	Usinagem multíplice formando um arco	10.5
G65			*	Usinagem multíplice mediante uma corda de arco	10.6
G66			*	Ciclo fixo de bolsões com Ilhas	11.1 / 11.2
G67			*	Operação de desbaste de bolsões com Ilhas	11.1.2
G68			*	Operação de acabamento de bolsões com Ilhas	11.1.3
G69	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo variável	9.6
G70	*	?	*	Programação em polegadas	3.3
G71	*	?		Programação em milímetros	3.3
G72	*		*	Fator de escala geral e particulares	7.6
G73	*		*	Rotação do sistema de coordenadas	7.7
G74			*	Busca de referência de máquina.	4.2
G75			*	Movimento com apalpador até tocar	12.1
G76			*	Movimento com apalpador até deixar de tocar	12.1
G77	*		*	Acoplamento eletrônico de eixos	7.8.1
G77S	*		*	Sincronização de árvores principais	5.5
G78	*	*		Anulação do acoplamento eletrônico	7.8.2
G78S	*	*		Anulação da sincronização de árvores principais	5.5
G79				Modificação de parâmetros de um ciclo fixo	9.2.1
G80	*	*		Anulação de ciclo fixo	9.3
G81	*		*	Ciclo fixo de furação	9.7
G82	*		*	Ciclo fixo de furação com temporização	9.8
G83	*		*	Ciclo fixo de furação profunda com passo constante	9.9
G84	*		*	Ciclo fixo de rosqueamento com macho	9.10
G85	*		*	Ciclo fixo de escareado	9.11
G86	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G00	9.12
G87	*		*	Ciclo fixo do bolsão retangular	9.13
G88	*		*	Ciclo fixo do bolsão circular	9.14
G89	*		*	Ciclo fixo de mandrilamento com retrocesso em G01	9.15
G90	*	?		Programação absoluta	3.4
G91	*	?	*	Programação incremental	3.4
G92				Pré-seleção de cotas / Limitação da velocidade do spindle	4.4.1
G93				Pré-seleção da origem polar	4.5
G94	*	?		Avanço em milímetros (polegadas) por minuto	5.2.1
G95	*	?	*	Avanço em milímetros (polegadas) por rotação	5.2.2
G96	*		*	Velocidade do ponto de corte constante	5.2.3
G97	*	*		Velocidade do centro da ferramenta constante.	5.2.4
G98	*	*		Volta plano de partida no final do ciclo fixo	9.5
G99	*		*	Volta plano de referência no final do ciclo fixo	9.5
G145	*		*	Desativação temporal do controle tangencial	6.17

A M significa MODAL, isto é, que uma vez programada, a função G permanece ativa enquanto não se programe outra G incompatível, ou se execute M02, M30, EMERGÊNCIA, RESET ou se desligue e ligue o CNC.

A letra D significa "padrão", isto é, que serão assumidas pelo CNC no momento da ligação, depois de executar-se M02, M30 ou depois de uma EMERGÊNCIA ou RESET.

Nos casos que se indica com ? se deve interpretar que o "padrão" destas funciones G, depende da personalização dos parâmetros de máquina gerais do CNC.

A letra V significa que a função G se visualiza, nos modos de execução e simulação, junto à condições na que se está realizando a usinagem.

INSTRUÇÕES DE CONTROLE DOS PROGRAMAS

Instruções de visualização.

(seção 14.2)
(ERRO nº inteiro,"texto de erro") Detém a execução do programa e visualiza o erro indicado.
(MSG „mensagem“) Visualiza a mensagem indicada.
(DGWZ expressão 1, ... expressão 6) Definir a zona de representação gráfica.

Instruções de habilitação e inabilitação.

(seção 14.3)
(ESBLK e DSBLK) O CNC executa todos os blocos que se encontram entre ESBLK e DSBLK como se se tratara de um único bloco.
(ESTOP e DSTOP) Habilitação ESTOP e inabilitação DSTOP da tecla de Stop e o sinal de Stop externa PLC.
(EFHOLD e DFHOLD) Habilitação EFHOLD e inabilitação DFHOLD da entrada de Feed-Hold (PLC).

Instruções de controle de fluxo.

(seção 14.4)
(GOTO N(expressão)) Provoca um salto dentro do mesmo programa, ao bloco definido mediante a etiqueta N (expresión).
(RPT N(Expressão), N(Expressão), P(Expressão)) Repete a execução da parte de programa existente entre os dois blocos definidos mediante as etiquetas N(expresión).
(IF (condição) <ação1> ELSE <ação2>) Analisa a condição dada, que deverá ser uma expressão de relação. Se a condição é correta (resultado igual a 1), se executará a <acção1>, e em caso contrário (resultado igual a 0) se executará a <accão2>.

Instruções de sub-rotinas.

(seção 14.5)
(SUB nº inteiro) Definição de sub-rotinas.
(RET) Fim de sub-rotina.
(CALL (expressão)). Chamada a uma sub-rotina.
(PCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...) Chamada a uma sub-rotina. Além disso, permite inicializar, mediante as instruções de atribuição, até o máximo de 26 parâmetros locais da referida sub-rotina.
(MCALL (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...) Igual à instrução PCALL, mas convertendo a sub-rotina indicada em sub-rotina modal.
(MDOFF) Anulação de sub-rotina modal.

Instruções associadas ao apalpador.

(seção 14.6)
(PROBE (expressão), (instrução de atribuição), (instrução de atribuição), ...) Executa um ciclo fixo de apalpador, inicializando os seus parâmetros mediante as instruções de atribuição.

Instruções de sub-rotinas de interrupção.

(seção 14.7)
(REPOS X, Y, Z, ...) Se deve utilizar sempre dentro das sub-rotinas de interrupção e facilita o reposicionamento da máquina no ponto de interrupção.

Instruções de programas.

(seção 14.8)
(EXEC P(expressão), (diretório)) Começa a execução do programa
(MEXEC P(expressão), (diretório)) Começa a execução do programa de forma modal.
(OPEN P(expressão), (diretório destino), A/D, "comentário de programa") Ao começar a edição de um novo programa, permite que seja associado um comentário ao programa.
(WRITE <texto do bloco>) Acrescenta depois do último bloco do programa que se começou a editar mediante a instrução OPEN P, a informação contida em <texto do bloco> como um novo bloco do programa.

Instruções associadas às cinemáticas.

(seção 14.9)
(INIPAR) Valida os parâmetros de máquina modificados desde a sub-rotina OEM de definição de cinemática.

Instruções de personalização.

(seção 14.10)
(CALL (expressão)) Visualiza na tela o número de página de usuário (0-255) ou de sistema (1000) que se indica.
(SYMBOL (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3)) Visualiza na tela o símbolo (0-255) indicado mediante expressão 1. A sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila, 0-639) e pela expressão 3 (coluna 0-335).
(IB (expressão) = INPUT "texto", formato) Visualiza na janela de entrada de dados o texto indicado e armazena na variável de entrada (Ibn) o dado introduzido pelo usuário.
(ODW (expressão 1), (expressão 2), (expressão 3)) Define e desenha na tela uma janela de cor branca (1 fila x 14 colunas). A sua posição na tela está definida pela expressão 2 (fila) e pela expressão 3 (coluna).
(DW (expressão 1) = (expressão 2), DW (expressão 3) = (expressão 4), ...) Visualiza nas janelas indicadas o símbolo pelo valor da expressão 1,3,.. , o dado numérico indicado pela expressão 2,4,..
(SK (expressão 1) = "texto 1", (expressão 2) = "texto 2", ...) Define e visualiza o novo menu de softkeys indicado.
(WKEY) A instrução detém a execução do programa até que se pressione uma tecla.

(*seção 14.10*)
(WBUF "texto", (expressão)) Acrescenta ao bloco que se encontra em edição e dentro da janela de entrada de dados, o texto e o valor da expressão depois de valorada.
(WBUF) Introduz na memória o bloco que se encontra em edição. Somente se pode utilizar no programa de personalização que se deseja executar no Modo de Edição.
(SYSTEM) Finaliza a execução do programa de personalização de usuário e volta ao menu padrão correspondente do CNC.

RESUMO DE VARIÁVEIS INTERNAS DO CNC

- O símbolo R indica que se permite ler a variável correspondente.
- O símbolo W indica que se permite modificar a variável correspondente.

Variáveis associadas às ferramentas.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.2)
TOOL	R	R	R	Número da ferramenta ativa.
TOD	R	R	R	Número do corretor ativo.
NXTOOL	R	R	R	Número da ferramenta seguinte, pendente de M06.
NXTOD	R	R	R	Número de corretor da ferramenta seguinte.
TMZPn	R	R	-	Posição que ocupa a ferramenta (n) no magazine.
TLFDn	R/W	R/W	-	Número de corretor da ferramenta (n).
TLFFn	R/W	R/W	-	Código de familia da ferramenta (n).
TLFNn	R/W	R/W	-	Valor atribuído como vida nominal da ferramenta (n).
TLFRn	R/W	R/W	-	Valor de vida real da ferramenta (n).
TMZTn	R/W	R/W	-	Conteúdo da posição de magazine (n).
HTOR	R/W	R	R	Valor do raio de ferramenta que está utilizando o CNC para realizar os cálculos.
TORn	R/W	R/W	-	Raio do corretor (n).
TOLn	R/W	R/W	-	Comprimento do corretor (n).
TOIn	R/W	R/W	-	Desgaste de raio do corretor (n).
TOKn	R/W	R/W	-	Desgaste de comprimento do corretor (n).

Variáveis associadas aos deslocamentos de origem

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.3)
ORG(X-C)	R	R	-	Deslocamento de origem ativo no eixo selecionado. Não se inclui o deslocamento aditivo indicado pelo PLC.
PORGF	R	-	R	Cota conforme o eixo de abcissas da origem de coordenadas polares.
PORGS	R	-	R	Cota conforme o eixo de ordenadas da origem de coordenadas polares.
ORG(X-C)n	R/W	R/W	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem (n).
PLCOF(X-C)	R/W	R/W	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem aditivo (PLC).
ADIOF(X-C)	R	R	R	Valor para o eixo selecionado do deslocamento de origem com volante aditivo.

Variáveis associadas à função G49

Variáveis associadas à definição da função G49.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.4)
ORGROX	R	R	R	Cota em X do novo zero peça com respeito ao zero máquina.
ORGROY	R	R	R	Cota em Y do novo zero peça com respeito ao zero máquina.
ORGROZ	R	R	R	Cota em Z do novo zero peça com respeito ao zero máquina.
ORGROA	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro A.
ORGROB	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro B.
ORGROC	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro C.
ORGROI	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro I.
ORGROJ	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro J.
ORGROK	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro K.
ORGROQ	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro Q.
ORGROR	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro R.
ORGROS	R	R	R	Valor atribuído ao parâmetro S.
GTRATY	R	R	R	Tipo de G49 programado.

Variáveis que atualiza o CNC depois de executada a função G49.

TOOROF	R/W	R/W	R/W	Posição que deve ocupar o eixo rotativo principal da árvore principal.
TOOROS	R/W	R/W	R/W	Posição que deve ocupar o eixo rotativo secundário da árvore principal.

Variáveis associadas aos parâmetros de máquina.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.5)
MPGn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina geral (n).
MP(X-C)n	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do eixo (X-C).
MPSn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do spindle principal.
MPSSn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do spindle principal.
MPASn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) da árvore auxiliar.
MPLCn	R	R	-	Valor atribuído ao parâmetro de máquina (n) do PLC.

Variáveis associadas das zonas de trabalho.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.6)
FZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 1.
FZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 1. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 1. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
SZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 2.
SZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 2. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
SZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 2. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
TZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 3.
TZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 3. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
TZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 3. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
FOZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 4.
FOZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 4. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FOZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 4. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).
FIZONE	R	R/W	R	Estado da zona de trabalho 5.
FIZLO(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 5. Limite inferior conforme o eixo selecionado (X-C).
FIZUP(X-C)	R	R/W	R	Zona de trabalho 5. Limite superior conforme o eixo selecionado (X-C).

Variáveis associadas aos avanços.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.7)
FREAL	R	R	R	Avanço real do CNC, em mm/min ou em polegadas/min.
FREAL(X-C)	R	R	R	Avanço real do CNC no eixo selecionado.
FTEO/X-C)	R	R	R	Avanço teórico do CNC no eixo selecionado.

Variáveis associadas à função G94.

FEED	R	R	R	Avanço ativo no CNC, em mm/min ou em polegadas/min.
DNCF	R	R	R/W	Avanço selecionado por DNC.
PLCF	R	R/W	R	Avanço selecionado por PLC.
PRGF	R	R	R	Avanço selecionado por programa.

Variáveis associadas à função G9.

FPREV	R	R	R	Avanço ativo no CNC, em mm/rev ou em polegadas/rev.
DNCFPR	R	R	R/W	Avanço selecionado por DNC.
PLCFPR	R	R/W	R	Avanço selecionado por PLC.
PRGFPR	R	R	R	Avanço selecionado por programa.

Variáveis associadas à função G32.

PRGFIN	R	R	R	Avanço selecionado por programa, em 1/mm.

Variáveis associadas à override (%).

FRO	R	R	R	Override (%) do avanço ativo no CNC.
PRGFRO	R/W	R	R	Override (%) selecionado por programa.
DNCFRO	R	R	R/W	Override (%) selecionado por DNC.
PLCFRO	R	R/W	R	Override (%) selecionado por PLC.
CNCFRO	R	R	R	Override (%) selecionado desde o comutador.
PLCCFR	R	R/W	R	Override (%) do canal de execução do PLC.

Variáveis associadas às cotas.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.8)
PPOS(X-C)	R	-	-	Cota teórica programada.
POS(X-C)	R	R	R	Cotas de máquina. Cota real da base da ferramenta.
TPOS(X-C)	R	R	R	Cotas de máquina. Cota teórica da base da ferramenta.
APOS(X-C)	R	R	R	Cotas da peça. Cota real da base da ferramenta.
ATPOS(X-C)	R	R	R	Cotas da peça. Cota teórica da base da ferramenta.
DPOS(X-C)	R	R	R	Cota teórica que ocupava o apalpador quando se efetuou o apalpamento.
FLWE(X-C)	R	R	R	Erro de seguimento do eixo selecionado.
DEFLEX	R	R	R	Deflexão do apalpador conforme o eixo X.
DEFLEY	R	R	R	Deflexão do apalpador conforme o eixo Y.
DEFLEZ	R	R	R	Deflexão do apalpador conforme o eixo Z.
DIST(X-C)	R/W	R/W	R	Distância percorrida pelo eixo selecionado.
LIMPL(X-C)	R/W	R/W	R	Segundo limite de percurso superior.
LIMMI(X-C)	R/W	R/W	R	Segundo limite de percurso inferior.
DPLY(X-C)	R	R	R	Cota representada na tela, para o eixo selecionado.
DRPO(X-C)	R	R	R	Posição que indica o regulador Sercos, para o eixo selecionado.
GPOS(X-C)n p	R	-	-	Cota do eixo selecionado, programada no bloco (n) do programa (p).

Variáveis associadas aos volantes eletrónicos.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.9)
HANPF	R	R	-	Pulsos recebidos do 1º volante desde que se ligou o CNC.
HANPS	R	R	-	Pulsos recebidos do 2º volante desde que se ligou o CNC.
HANPT	R	R	-	Pulsos recebidos do 3º volante desde que se ligou o CNC.
HANPFO	R	R	-	Pulsos recebidos do 4º volante desde que se ligou o CNC.
HANDSE	R	R		Em volantes com botão seletor, indica se foi pulsado o referido botão.
HANFCT	R	R/W	R	Fator de multiplicação diferente para cada volante (quando existem vários).
HBEVAR	R	R/W	R	Volante HBE. Contagem habilitado, eixo para deslocar e fator de multiplicação (x1, x10, x100).
MASLAN	R/W	R/W	R/W	Ângulo da trajetória linear con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".
MASCFI	R/W	R/W	R/W	Cotas do centro do arco con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".
MASCSE	R/W	R/W	R/W	Cotas do centro do arco con "Volante trajetória" ou "Jog trajetória".

Variáveis associadas à medição.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.10)
ASIN(X-C)	R	R	R	Sinal A da medição senoidal do CNC para o eixo selecionado.
BSIN(X-C)	R	R	R	Sinal B da medição senoidal do CNC para o eixo selecionado.
ASINS	R	R	R	Sinal A da captação senoidal do CNC para o spindle.
BSINS	R	R	R	Sinal B da captação senoidal do CNC para o spindle.
SASINS	R	R	R	Sinal A da captação senoidal do CNC para o segundo spindle.
SBSINS	R	R	R	Sinal B da captação senoidal do CNC para o segundo spindle.

Variáveis associadas ao spindle.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.11)
SREAL	R	R	R	Velocidade de rotação real do spindle.
FTEOS	R	R	R	Velocidade de rotação teórica do spindle.

Variáveis associadas da velocidade de rotação.

SPEED	R	R	R	Velocidade de rotação do spindle no CNC.
DNCS	R	R	R/W	Velocidade de rotação selecionada por DNC.
PLCS	R	R/W	R	Velocidade de rotação selecionada por PLC.
PRGS	R	R	R	Velocidade de rotação selecionada por programa.

Variáveis associadas ao spindle override.

SSO	R	R	R	Override (%) da velocidade de rotação do spindle ativa no CNC.
PRGSSO	R/W	R	R	Override (%) selecionado por programa.
DNCSSO	R	R	R/W	Override (%) selecionado por DNC.
PLCSSO	R	R/W	R	Override (%) selecionado por PLC.
CNCSSO	R	R	R	Override (%) selecionado desde o painel frontal.

Variáveis associadas aos limites de velocidade.

SLIMIT	R	R	R	Limite da velocidade de rotação ativa no CNC.
DNCSL	R	R	R/W	Limite da velocidade de rotação selecionada por DNC.
PLCSL	R	R/W	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por PLC.
PRGSL	R	R	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por programa.
MDISL	R	R/W	R	Máxima velocidade do spindle para a usinagem.

Variáveis associadas à posição.

POSS	R	R	R	Posição real do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
RPOSS	R	R	R	Posição real do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre -3600000 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre -360 e 360).
TPOSS	R	R	R	Posição teórica do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
RTPOSS	R	R	R	Posição teórica do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
DRPOS	R	R	R	Posição que indica o regulador Sercos.
PRGSP	R	R	R	Posição programada em M19 por programa para o spindle principal.

Variáveis associadas ao erro de seguimento.

FLWES	R	R	R	Erro de seguimento do spindle.
SYNCER	R	R	R	Erro com o qual a segunda árvore (sincronizada) segue o principal.

Variáveis associadas ao segunda árvore

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 13.2.12*)
SSREAL	R	R	R	Velocidade de rotação real do spindle.
SFTEOS	R	R	R	Velocidade de rotação teórica do spindle.

Variáveis associadas da velocidade de rotação.

SSPEED	R	R	R	Velocidade de rotação do spindle no CNC.
SDNCS	R	R	R/W	Velocidade de rotação selecionada por DNC.
SPLCS	R	R/W	R	Velocidade de rotação selecionada por PLC.
SPRGS	R	R	R	Velocidade de rotação selecionada por programa.

Variáveis associadas ao spindle override.

SSSO	R	R	R	Override (%) da velocidade de rotação do spindle ativa no CNC.
SPRGSO	R/W	R	R	Override (%) selecionado por programa.
SDNCSO	R	R	R/W	Override (%) selecionado por DNC.
SPLCSO	R	R/W	R	Override (%) selecionado por PLC.
SCNCSO	R	R	R	Override (%) selecionado desde o painel frontal.

Variáveis associadas aos limites de velocidade.

SSLIMI	R	R	R	Limite da velocidade de rotação ativa no CNC.
SDNCSL	R	R	R/W	Limite da velocidade de rotação selecionada por DNC.
SPLCSL	R	R/W	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por PLC.
SPRGSL	R	R	R	Limite da velocidade de rotação selecionada por programa.

Variáveis associadas à posição.

SPOSS	R	R	R	Posição real do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
SRPOSS	R	R	R	Posição real do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre -3600000 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre -360 e 360).
STPOSS	R	R	R	Posição teórica do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre ±999999999) e desde o CNC em graus (entre ±99999.9999).
SRTPOS	R	R	R	Posição teórica do spindle. Leitura desde o PLC em dez milésimos de grau (entre 0 e 3600000) e desde o CNC em graus (entre 0 e 360).
SDRPOS	R	R	R	Posição que indica o regulador Sercos.
SPRGSP	R	R	R	Posição programada em M19 por programa para o segundo spindle.

Variáveis associadas ao erro de seguimento.

SFLWES	R	R	R	Erro de seguimento do spindle.

Variáveis associadas à ferramenta motorizada.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 13.2.13*)
ASPROG	R	R	-	Velocidade programada em M45 S (dentro de sub-rotina associada).

Variáveis associadas ao autômato

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 13.2.14*)
PLCMSG	R	-	R	Número da mensagem de autômato mais prioritário que se encontra ativo.
PLCIn	R/W	-	-	32 entradas do autômato a partir da (n).
PLCOn	R/W	-	-	32 saídas do autômato a partir da (n).
PLCMn	R/W	-	-	32 marcas do autômato a partir da (n).
PLCRn	R/W	-	-	Registro (n).
PLCTn	R/W	-	-	Conta do temporizador (n).
PLCCn	R/W	-	-	Conta do contador (n).
PLCMMn	R/W	-	-	Modifica a marca (n) do autômato.

Variáveis associadas aos parâmetros locais e globais.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 13.2.15*)
GUP n	-	R/W	-	Parâmetro global (P100-P299) (n).
LUP (a,b)	-	R/W	-	Parâmetro local (P0-P25) indicado (b), do nível de sobreposição (a)
CALLP	R	-	-	Indica quais os parâmetros locais que foram definidos e quais não, na chamada à sub-rotina mediante a instrução PCALL ou MCALL.

Variáveis Sercos.

Variável	CNC	PLC	DNC	(*seção 13.2.16*)
SETGE(X-C)	W	W	-	Gama de trabalho e conjunto de parâmetros do regulador do eixo (X-C).
SETGES	W	W	-	Gama de trabalho e conjunto de parâmetros do regulador spindle principal.
SSETGS	W	W	-	Gama de trabalho e conjunto de parâmetros do regulador segundo spindle.
SVAR(X-C) id	R/W	-	-	Variável sercos correspondente ao identificador "id" do eixo (X-C).
SVARS id	R/W	-	-	Variável sercos correspondente ao identificador "id" da árvore principal.
SSVARS id	R/W	-	-	Variável sercos correspondente ao identificador "id" do segundo spindle.
TSVAR(X-C) id	R	-	-	Terceiro atributo da variável sercos do identificador "id" do eixo (X-C).
TSVARS id	R	-	-	Terceiro atributo da variável sercos do identificador "id" da árvore principal.
TSSVAR id	R	-	-	Terceiro atributo da variável sercos do identificador "id" do segundo spindle.

Variáveis de configuração do software e hardware.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.17)
HARCON	R	R	R	Indica, mediante bits, a configuração Hardware do CNC.
HARCOA	R	R	R	Indica, mediante bits, a configuração Hardware do CNC.
IDHARH	R	R	R	Identificador de hardware (8 dígitos de menor peso).
IDHARL	R	R	R	Identificador de hardware (4 dígitos de maior peso).
SOFCON	R	R	R	Versão de software do CNC (bits 15-0) e HD (bits 31-16).
HDMEGA	R	R	R	Tamanho do disco duro (em megabytes).
KEYIDE	R	R	R	Código do teclado, conforme o sistema de identificação automática.
MODEL	R	R	R	Identifica o modelo do CNC, fresadora ou torno.

Variáveis associadas à telediagnose.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.18)
HARSWA	R	R	R	Configuração de hardware.
HARSWB	R	R	R	Configuração de hardware.
HARTST	R	R	R	Teste de hardware.
MEMTST	R	R	R	Teste de memória.
NODE	R	R	R	Número do nodo dentro do anel Sercos.
VCHECK	R	R	R	Checksum da versão de software.
IONODE	R	R	R	Posição do comutador "ADDRESS" do bus CAN das I/Os.
IOSLOC	R	R	R	Número de I/Os locais disponíveis.
IOSREM	R	R	R	Número de I/Os remotas disponíveis.

Variáveis associadas ao modo de operação.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.19)
OPMODE	R	R	R	Modo de operação.
OPMODA	R	R	R	Modo de operação quando se trabalha no canal principal.
OPMODB	R	R	R	Tipo de simulação.
OPMODC	R	R	R	Eixos selecionados pelo volante.

Outras variáveis.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.20)
NBTOOL	R	-	R	Número de ferramenta que se está monitorando.
PRGN	R	R	R	Número de programa em execução.
BLKN	R	R	R	Número de etiqueta do último bloco executado.
GSn	R	-	-	Estado da função G (n).
GGSA	-	R	R	Estado das funções G00 até G24.
GGSB	-	R	R	Estado das funções G25 até G49.
GGSC	-	R	R	Estado das funções G50 até G74.
GGSD	-	R	R	Estado das funções G75 até G99.
MSn	R	-	-	Estado da função M (n).
GMS	-	-	R	Estado das funções M (0..6, 8, 9, 19, 30, 41..44).
PLANE	R	R	R	Eixos de abcissas e ordenadas do plano ativo.
LONGAX	R	R	R	Eixo sobre o que se aplica a compensação longitudinal (G15).
MIRROR	R	R	R	Espelhamento ativos.
SCALE	R	R	R	Fator de escala geral aplicado. Leitura desde o PLC em dez milésimos.
SCALE(X-C)	R	R	R	Fator de escala particular do eixo indicado Leitura desde o PLC em dez milésimos.
ORGROT	R	R	R	Ângulo de rotação do sistema de coordenadas (G73).
ROTPF	R	-	-	Centro de rotação conforme ao eixo de abcissas.
ROTPS	R	-	-	Centro de rotação conforme ao eixo de ordenadas.
PRBST	R	R	R	Devolve o estado do apalpador.
CLOCK	R	R	R	Relógio do sistema, em segundos.
TIME	R	R	R/W	Hora em formato horas-minutos-segundos.
DATE	R	R	R/W	Data em formato ano-mês-dia.
TIMER	R/W	R/W	R/W	Relógio habilitado pelo PLC, em segundos.

Variável	CNC	PLC	DNC	(seção 13.2.20)
CYTIME	R	R	R	Tempo total de execução de uma peça, em centésimas de segundo.
PARTC	R/W	R/W	R/W	Contador de peças do CNC.
FIRST	R	R	R	Primeira vez que se executa um programa.
KEY	R/W	R/W	R/W	Código de tecla.
KEYSRC	R/W	R/W	R/W	Procedência das teclas.
ANAIn	R	R	R	Tensão em volts da entrada analógica (n).
ANAOn	R/W	R/W	R/W	Tensão em volts a aplicar à saída analógica (n).
CNCERR	-	R	R	Número de erro ativo no CNC.
PLCERR	-	-	R	Número de erro ativo no PLC.
DNCERR	-	R	-	Número de erro que se produziu na comunicação via DNC.
AXICOM	R	R	R	Pares de eixos comutados mediante a função G28.
TANGAN	R	R	R	Posição angular respeito à trajetória (G45).
TPIOUT(X-C)	R	R	R	Saída do PI do eixo mestre do Tandem (em rpm).
DNCSTA	-	R	-	Estado da transmissão DNC.
TIMEG	R	R	R	Tempo restante para acabar o bloco de temporização (em centésimas de segundo)
SELPRO	R/W	R/W	R	Quando se possui duas entradas de apalpador, seleciona qual é a entrada ativa.
DIAM	R/W	R/W	R	Muda o modo de programação para as cotas do eixo X entre raios e diâmetros.
PRBMOD	R/W	R/W	R	Indica se se deve mostrar ou não um erro de apalpamento
RIP	R	R	R	Velocidade teórica linear resultante do laço seguinte (em mm/min).
TEMPIn	R	R	R	Devolve a temperatura em décimos de grau detectada pela PT100.
TIPPRB	R	R	R	Ciclo PROBE que se está executando.
TIPDIG	R	R	R	Ciclo DIGIT que se está executando.
PANEDI	R	R	R	Aplicação WINDRAW55. Número da tela que se está executando.
DATEDI	R	R	R	Aplicação WINDRAW55. Número de elemento que se está executando.
FBDIF(X-C)	R	R	R	Permite a monitoração da diferença entre as cotas da primeira e a segunda medição no osciloscópio
CYCLEV	R	R	R	Indica no modelo conversacional o número de pestana que se está visualizando em cada momento.
CYCEDI	R	R	R	Indica no modelo conversacional o número de ciclo ou tela que se está visualizando em cada momento.
DISBLO	R	R	R	Indica o valor da distância total programada em blocos com look-ahead.
MIXPO(X..C)	R	R	R	Variável que indica a posição do eixo com a medição misturada.
FLWAC(X..C)	R	R	R	Variável que indica o erro real tendo em consideração a segunda medição.

A variável "KEY" no CNC é de escritura (W) somente no canal de usuário.
A variável "NBTOOL" somente se pode utilizar dentro da sub-rotina de troca de ferramenta.

CÓDIGO DE TECLAS

Teclado alfanumérico e monitor

a 97 b 98 c 99 d 100 e 101 f 102
g 103 h 104 i 105 j 106 k 107 l 108
m 109 n 110 n 164 o 111 p 112 q 113
r 114 s 115 t 116 u 117 v 118 w 119
x 120 y 121 z 122
65 66 67 68 69 70
71 72 73 74 75 76
77 78 165 79 80 81
82 83 84 85 86 87
88 89 90 32
013 35 61 40 55 41 56 36 57
65522 37 47 91 52 93 53 38 54
61446 63 42 33 49 34 50 44 51
027 62 43 60 45 59 48 58 46
65524 65453 65445 65456 65455
61447 65454 65460 65458 65462
61452 61443 65523
64512 64513 64514 64515 64516 64517 64518
JOG
SPINDLE
61451
FEED
65521
65520

FAGOR
A B C D E F
G H I J K L
M N Ñ O P Q
R S T U V W
X Y Z SP CAPS SHIFT
ENTER
HELP
RECALL
ESC
MAIN MENU
EDIT
SIMUL
CLEAR
INS
EXEC
RESET
F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7
X+ Y+ Z+ 4+ 5+ 6+
7− 7+
X− Y− Z− 4− 5− 6−
JOG
SPINDLE
%+
%−
FEED

Painel de comando alfanumérico

D.

Código de teclas

Painel de Comando MC

Código de teclas

CNC 8055
CNC 8055i

61485
61486
61487
61489
61488
61474
61441
64512 64513 64514 64515 64516 64517 64518
61470 61482 61483 61459 61475 61468
65 66 67 68 69 70
71 72 73 74 75 76
77 78 165 79 80 81
82 83 84 85 86 87
88 89 90 32
013
65522
61446
65523
027
65524
61447
65521
65520
a 97 b 98 c 99 d 100 e 101 f 102
g 103 h 104 i 105 j 106 k 107 l 108
m 109 n 110 ñ 164 o 111 p 112 q 113
r 114 s 115 t 116 u 117 v 118 w 119
x 120 y 121 z 122
35 61 40 55 41 56 36 57
37 47 91 52 93 53 38 54
63 42 33 49 34 50 44 51
62 43 60 45 59 48 58 46
65453 65445 65456 65455
65454 65460 65458 65462
61452 61456 61469

A B C D E F
G H I J K L
M N Ñ O P Q
R S T U V W
X Y Z SP CAPS SHIFT
ENTER
HELP
RECALL
RESET
ESC
MAIN MENU
P.PROG
CLEAR
INS
GRAPHICS
SINGLE
ZERO
ISO
LEVEL CYCLE
X+ Y+ Z+ 4+ 5+
6− 6+
X− Y− Z− 4− 5−
SPINDLE
SPEED %
FEED %

Painel de Comando MCO/TCO

Código de teclas

CNC 8055
CNC 8055i

Modelos ·M· & ·EN·
Soft: V01.6x

Teclado alfanumérico

Monitor LCD 11"

PÁGINAS DO SISTEMA DE AJUDA EM PROGRAMAÇÃO

Estas páginas podem ser visualizadas mediante a instrução de alto nivel "PAGE". Todas elas pertencem ao sistema do CNC e se utilizam como páginas de ajuda das respectivas funções.

Ajudas léxico-gráficas

Página 1000	Funções preparatórias G00-G09.
Página 1001	Funções preparatórias G10-G19.
Página 1002	Funções preparatórias G20-G44.
Página 1003	Funções preparatórias G53-G59.
Página 1004	Funções preparatórias G60-G69.
Página 1005	Funções preparatórias G70-G79.
Página 1006	Funções preparatórias G80-G89.
Página 1007	Funções preparatórias G90-G99.
Página 1008	Funções auxiliares M.
Página 1009	Funções auxiliares M, com o símbolo de página seguinte.
Página 1010	Coincide com a 250 do diretório se existe.
Página 1011	Coincide com a 251 do diretório se existe.
Página 1012	Coincide com a 252 do diretório se existe.
Página 1013	Coincide com a 253 do diretório se existe.
Página 1014	Coincide com a 254 do diretório se existe.
Página 1015	Coincide com a 255 do diretório se existe.
Página 1016	Léxico da linguagem de alto nível (da A à G).
Página 1017	Léxico da linguagem de alto nível (da H à N).
Página 1018	Léxico da linguagem de alto nível (da O à S).
Página 1019	Léxico da linguagem de alto nível (da T à Z).
Página 1020	Variáveis acessíveis por alto nivel (1ª parte).
Página 1021	Variáveis acessíveis por alto nivel (2ª parte).
Página 1022	Variáveis acessíveis por alto nivel (3ª parte).
Página 1023	Variáveis acessíveis por alto nivel (4ª parte).
Página 1024	Variáveis acessíveis por alto nivel (5ª parte).
Página 1025	Variáveis acessíveis por alto nivel (6ª parte).
Página 1026	Variáveis acessíveis por alto nivel (7ª parte).
Página 1027	Variáveis acessíveis por alto nivel (8ª parte).
Página 1028	Variáveis acessíveis por alto nivel (9ª parte).
Página 1029	Variáveis acessíveis por alto nivel (10ª parte).
Página 1030	Variáveis acessíveis por alto nivel (11ª parte).
Página 1031	Variáveis acessíveis por alto nivel (12ª parte).
Página 1032	Operadores matemáticos.

Ajudas sintáticas: Linguagem ISO

Ajudas sintáticas: Tabelas CNC

Ajudas sintáticas: linguagem de Alto Nivel

Ajudas sintáticas: Ciclos fixos

MANUTENÇÃO

Limpeza.

O acúmulo de sujidade no aparelho pode atuar como blindagem que impeça a correta dissipação do calor gerado pelos circuitos eletrônicos internos, e também haverá a possibilidade de risco de superaquecimento e avaria do Controle Numérico.

Também, a sujeira acumulada pode, em alguns casos, proporcionar um caminho condutor à eletricidade que pode por isso, provocar falhas nos circuitos internos do aparelho, principalmente sob condições de alta umidade.

Para a limpeza do painel de comandos e do monitor se recomenda o emprego de um pano suave empapado com a água desionizada e/ou detergentes lavalouças caseiros não abrasivos (líquidos, nunca em pós), ou então com álcool a 75%.

Não utilizar ar comprimido a altas pressões para a limpeza do aparelho, pois isso, pode causar acumulação de cargas que por sua vez dão lugar a descargas eletrostáticas.

Os plásticos utilizados na parte frontal dos aparelhos são resistentes a:

- Gorduras e óleos minerais.
- Bases e água sanitária.
- Detergentes dissolvidos.
- Álcool.

Fagor Automation não se responsabilizará por qualquer dano material ou físico que pudera derivar-se de um incumprimento destas exigências básicas de segurança.

Para verificar os fusíveis, desligar previamente a alimentação. Se o CNC não se acende ao acionar o interruptor de arranque inicial, verificar se os fusíveis se encontram em perfeito estado e se são os apropriados.

Evitar dissolventes. A ação de dissolventes como clorohidrocarbonetos, benzol, ésteres e éteres podem danificar os plásticos com os que está realizado o frontal do aparelho.

Não manipular o interior do aparelho. Somente técnicos autorizados por Fagor Automation podem manipular o interior do aparelho.

Não manipular os conectores com o aparelho conectado à rede elétrica. Antes de manipular os conectores (entradas/saídas, medição, etc.) assegurar-se que o aparelho não se encontra conectado à rede elétrica.